



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**DOUTORADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**  
**DA ASSOCIAÇÃO PLENA EM REDE DAS INSTITUIÇÕES**



Doutorado em Desenvolvimento  
e Meio Ambiente

Associação Plena  
em Rede



**ANA PAULA SILVA DE SANTANA**

**ASPECTOS DA SUSTENTABILIDADE NAS EXPLORAÇÕES DO MILHO  
EM ASSENTAMENTOS RURAIS NO CENTRO OESTE DE SERGIPE**

**SÃO CRISTÓVÃO**

**2019**

**ANA PAULA SILVA DE SANTANA**

**ASPECTOS DA SUSTENTABILIDADE NAS EXPLORAÇÕES DO MILHO  
EM ASSENTAMENTOS RURAIS NO CENTRO OESTE DE SERGIPE**

Tese apresentada como requisito parcial para  
obtenção do título de Doutor pelo Programa de  
Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio  
Ambiente da Universidade Federal de Sergipe.

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Alceu Pedrotti  
**COORIENTADOR:** Prof.<sup>a</sup> Dra. Fernanda Cristina Caparelli de Oliveira

**SÃO CRISTÓVÃO**

**2019**

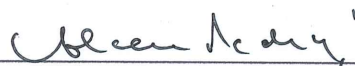
S232a	<p>Santana, Ana Paula Silva de</p> <p>Aspectos da sustentabilidade nas explorações do milho em assentamentos rurais no Centro Oeste de Sergipe / Ana Paula Silva de Santana; orientador Alceu Pedrotti. – São Cristóvão, SE, 2019. 166 f : il.</p> <p>Tese (doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, 2019.</p> <p>1. Sustentabilidade e meio ambiente. 2. Método IDEA. 3. Milho – Agroecossistema. 4. Sergipe (SE). I. Pedrotti, Alceu, oriente. II. Título.</p> <p>CDU: 502.17:633.15:332.021.8(813.7)</p>
-------	---

ANA PAULA SILVA DE SANTANA

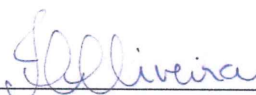
**ASPECTOS DA SUSTENTABILIDADE NAS EXPLORAÇÕES DO MILHO  
EM ASSENTAMENTOS RURAIS NO CENTRO OESTE DE SERGIPE**

Tese apresentada como requisito parcial para  
obtenção do título de Doutor pelo Programa de  
Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio  
Ambiente da Universidade Federal de Sergipe

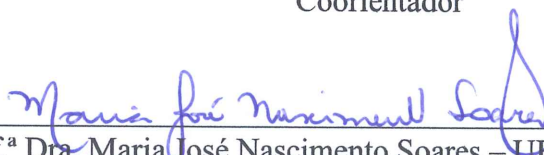
Aprovada em 21 de Fevereiro de 2019



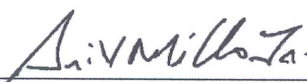
Prof. Dr. Alceu Pedrotti - UFS/PRODEMA/DEA  
Orientador



Prof.<sup>a</sup> Dra. Fernanda Cristina Caparelli de Oliveira - UFS/PRODEMA/DEA  
Coorientador



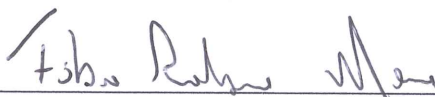
Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria José Nascimento Soares – UFS/PRODEMA/DED  
Examinadora Interna



Prof. Dr. Arisvaldo Vieira Mello Junior - Escola Politécnica/USP  
Examinador Externo



Prof. Dr. Francisco Sandro Rodrigues Holanda - UFS/DEA  
Examinador Externo

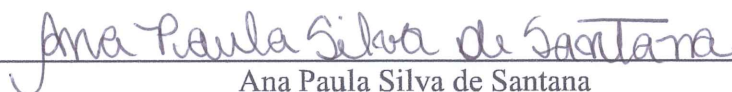


Prof. Dr. Fabio Rodrigues de Moura– UFS/DEE  
Examinador Externo



Dr. Bruno Cunha Gomes - INCRA-SE  
Examinador Externo

É concedido ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) responsável pelo Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente permissão para disponibilizar, reproduzir cópia desta Tese e emprestar ou vender tais cópias.



Ana Paula Silva de Santana  
Programa de Pós-Graduação em  
Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA  
Universidade Federal de Sergipe - UFS



Prof. Dr. Alceu Pedrotti - Orientador  
Programa de Pós-Graduação em  
Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA  
Universidade Federal de Sergipe - UFS

Este exemplar corresponde à versão final da Tese de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente concluído no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS).



---

Prof. Dr. Alceu Pedrotti - Orientador  
Programa de Pós-Graduação em  
Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA  
Universidade Federal de Sergipe - UFS

Dedico este trabalho a minha família!

## **Agradecimento**

Em primeiro lugar agradeço a Deus pelo dom da vida, por seu infinito amor e misericórdia. Por me mostrar, a cada desafio, que Ele é fiel nas suas promessas.

À minha família, aos meus pais João Antônio e Dulcimai, por todo amor e dedicação. Aos meus irmãos Adriana, Andrea e João Paulo pelo apoio e pela torcida para a concretização deste sonho, e aos meus sobrinhos Paulo Roberto e Maria Luiza pela presença e alegria.

Agradeço a UFS e a Fundação de Apoio à Pesquisa e a Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe – FAPITEC/SE pela oportunidade e pelo financiamento da pesquisa.

Agradeço aos agricultores dos Assentamentos Rurais Oito de Outubro e 27 de Outubro que com suas experiências contribuíram para os resultados desta pesquisa.

Ao orientador o Prof. Dr. Alceu Pedrotti pelo profissionalismo e pela dedicação. Obrigada professor por ter acreditado em mim e me mostrado que é possível superar os obstáculos da pesquisa. Sou muito grata por tudo que me ensinou durante estes seis anos, que foram fundamentais ao meu crescimento pessoal e profissional.

Agradeço a coorientadora a Profa. Dra. Fernanda Cristina Caparelli pela competência, profissionalismo e disposição em todas as discussões que deram direcionamentos a esta pesquisa. Agradeço, principalmente, pela sua amizade e carisma.

Ao longo da minha formação na Universidade Federal de Sergipe tive a oportunidade de conhecer pessoas admiráveis. Agradeço a todos os professores e colaboradores do PRODEMA pelo trabalho, ensinamentos e contribuição profissional. Em especial agradeço a Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria José Nascimento Soares pelos ensinamentos, dedicação e por incansavelmente lutar pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Meu agradecimento aos amigos e companheiros que a UFS me deu, em especial aos do LAFITO, Sara, Bruno, Nanda, Joao Lucas, Gabriela, Elton, Thaís, Mateus, Thaise, Louise, obrigada pela convivência, partilhas, risos e conhecimentos. De forma ainda mais especial, a agradeço a Crislaine e Cleziane pela amizade e por dividir comigo as alegrias e as angústias da pesquisa. Agradeço aos amigos Ana, Alda, Alberlene, Aline, Cátia, Thaisa, Paula, Eline, Carina, Alane, Magna, Maria, Douglas, Obderan, Rivaldo Jr. pela presença, pela troca de ideias e incansável torcida. Enfim, com o coração cheio de gratidão, agradeço a todos que contribuíram direta e indiretamente com a construção deste trabalho.



*Você nunca pode atravessar o oceano até que você tenha  
CORAGEM de perder de vista a costa.*

*Cristóvão Colombo*

## Resumo

O milho é uma cultura de importante interesse econômico tanto para o consumo *in-natura* quanto para produção de matéria-prima para a indústria. A produção de milho em grãos em sistema de monocultura agrícola se expandiu no território Sergipano e introduziu mudanças e novas tecnologias na forma de se produzir, bem como mudanças na intensidade de uso dos recursos naturais. Destarte, a inserção do pacote tecnológico do milho trouxe uma série de impactos sociais, econômicos e ambientais que expressam a importância de se avaliar a sustentabilidade destes agroecossistemas, a fim de observar as inter-relações da atividade agrícola com o meio ambiente e a possibilidade de sua manutenção a longo prazo. A avaliação da sustentabilidade tem por base o uso de métodos de avaliação, em sua grande maioria constituídos por um conjunto de indicadores que visa a organização, o monitoramento e a análise dos sistemas agrícolas. Em nível internacional e nacional foram desenvolvidos diferentes métodos de avaliação da sustentabilidade, cuja proposta busca atender diferentes realidades e tipos de sistemas agrícolas existentes. Na França, foi desenvolvido o método de avaliação da sustentabilidade - Indicadores de Sustentabilidade de Explorações Agrícolas (IDEA). O IDEA é uma ferramenta que gera um diagnóstico da propriedade agrícola a partir das dimensões da sustentabilidade Agroambiental, Socio territorial e Econômica. No Brasil, dois métodos têm sido destaque na avaliação da sustentabilidade em propriedades rurais: o Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural (APOIA Novo-Rural) e o Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA). Diferentemente do IDEA, o APOIA Novo-Rural e o ISA são métodos que possuem como propósito a criação de um índice (valor) de sustentabilidade para as propriedades rurais. A principal vantagem da avaliação da sustentabilidade na agricultura é identificar os potenciais impactos deste sistema e direcioná-lo para uma análise e acompanhamento. Esta pesquisa tem como objetivo avaliar a sustentabilidade em Assentamentos Rurais da mesorregião do Agreste sergipano - Brasil, cuja principal atividade econômica concentra-se no cultivo de milho em grãos (*Zea mays*). A Tese está organizada em quatro capítulos. O primeiro capítulo faz uma discussão sobre o processo de modernização da agricultura e seus impasses na sustentabilidade. O segundo capítulo traz a análise comparativa dos métodos IDEA, APOIA Novo-Rural e ISA, expondo suas principais características e abordagens voltadas para sistemas agrícolas familiares. O terceiro capítulo analisa o cenário da produção de milho em assentamentos rurais, utilizando o método de avaliação IDEA. Para finalizar, o quarto capítulo analisa a influência do agronegócio e da pluviosidade nas dinâmicas socioeconômicas do agroecossistema do milho em dois assentamentos rurais do município de Simão Dias-SE.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Indicadores. Método IDEA. Agroecossistema do Milho. Sergipe.

## ABSTRACT

Corn is a crop of important economic interest for both *in natura* consumption and raw material production for the industry. The grain maize production in the agricultural monoculture system expanded in the Sergipe's territory and introduced changes and new technologies on the production way, as well as changes in the intensity of natural resources use. Thus, the insertion of the maize technological package has brought a series of social, economic and environmental impacts that express the importance of evaluating the sustainability of these agroecosystems. This evaluation would have as objective to observe the interrelationships between agricultural activity and the environment, plus the possibility of its long-term maintenance. The assessment of sustainability is based on the use of evaluation methods, which are mostly consisted of a set of indicators aimed at the organization, monitoring, and analysis of agricultural systems. At the international and national levels, different methods of sustainability assessment have been developed, whose proposal seeks to address different realities and types of existing agricultural systems. In France, it was developed a sustainability assessment method called *Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles* or Farm Sustainability Indicators (IDEA). The IDEA method is a tool that generates agricultural property diagnosis from the dimensions of agri-environmental, socio-territorial and economic sustainability. In Brazil, two methods have been highlighted in the assessment of sustainability in rural properties: *Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural* or Weighted Assessment of Environmental Impact of New Rural Activities (APOIA Novo-Rural) and *Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas* or Agroecosystem Sustainability Indicators (ISA). Unlike the IDEA, APOIA Novo-Rural and ISA are methods that aim at creating a sustainability index (value) for rural properties. Agriculture is the segment of the production chain that most depends on environmental conditions. Thus, the greatest advantage of its sustainability assessment is to identify the potential impacts of this system and direct them for analysis and monitoring. This research aims to evaluate the sustainability in rural settlements of Agreste Sergipano mesoregion in Brazil, whose main economic activity focus on grain maize cultivation (*Zea mays*). The thesis is organized into four chapters. The first chapter discusses the process of agriculture modernization and its impasses in sustainability. The second chapter presents the comparative analysis of the IDEA, APOIA Novo-Rural, and ISA methods, by exposing their main characteristics and approaches to family farming systems. The third chapter analyzes the scenario of maize production in rural settlements, by using the IDEA method. Finally, the fourth chapter shows the influence of agribusiness political action and the irregular distribution of rainfall on the socioeconomic dynamics of rural settlements.

Keywords: Agroecosystem of Corn. Indicators. IDEA Method. Sergipe. Sustainability.

## LISTA DE SIGLAS

ABAG - Associação Brasileira de Agribusiness  
APOIA - Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural  
BCB – Banco Central do Brasil  
BHC – Balanço Hídrico Climatológico  
BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social  
CAD – Capacidade de Água Disponível  
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
ENOS - El Niño-Oscilação Sul  
EMDAGRO - Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe  
ETP – Evapotranspiração Potencial  
ETR – Evapotranspiração Real  
FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura  
FESLM - Estrutura para a avaliação de manejo de terras sustentáveis  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IDEA - Indicadores de Desenvolvimento de Explorações Agrícolas  
IDS – Índice de Desenvolvimento Sustentável  
INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária  
ISA - Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas  
ISAP - Indicador de Práticas agrícolas sustentáveis  
INMET - Instituto Nacional de Meteorologia  
LMR - Limite Máximo de Resíduo  
MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
MST - Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra  
MMF- Estrutura metodológica multiescala  
PCA – Análise de Componentes Principais  
PDA – Programa de Desenvolvimento Agrário  
PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio ambiente  
PROAGRO MAIS- Programa de Garantia da Atividade Agropecuária da Agricultura Familiar  
PRONAF – Programa Nacional de Agricultura Familiar  
OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OGM – Organismos Geneticamente Modificados

RISE - Avaliação de sustentabilidade resposta-induzida

SAU - Superfície Agrícola Utilizada

SEMARH - Secretária Municipal de Recursos Hídricos

SNCR - Sistema Nacional de Crédito Rural

SAFE - Avaliação da Sustentabilidade da Agricultura e do Meio Ambiente

ZARC - Zoneamento Agrícola de Risco Climático

ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Localização da área de estudo.....	21
Figura 2.1	Esquema analítico de definição de indicadores sugerido por Camino e Müller (1993) .....	67
Figura 3.1	Análise das componentes principais para a Escala Agroecológica em assentamentos rurais no município de Simão Dias, Sergipe, Brasil .....	104
Figura 3.2	Análise das componentes principais para a Escala Socio territorial em assentamentos rurais no município de Simão Dias, Sergipe, Brasil .....	108
Figura 3.3	Análise das componentes principais para a Escala Econômica em assentamentos rurais no município de Simão Dias, Sergipe, Brasil .....	111
Figura 3.4	Dendrograma da análise de cluster em assentamentos rurais no município de Simão Dias, Sergipe, Brasil .....	112
Figura 3.5	Representação dos clusters pelos escores das componentes [Diversidade (DIV), Organização do espaço (OGE), Práticas agrícolas (PA), Qualidade dos produtos e do território (QPT), Emprego e serviços (EMP), Ética e desenvolvimento humano (ETD), Viabilidade econômica (VB) Independência (IND) e Eficiência do processo produtivo (EFI)] dos assentamentos rurais no município de Simão Dias, Sergipe, Brasil .....	112
Figura 3.6	Avaliação da Sustentabilidade Agroecológica, Socio territorial e Econômica nos assentamentos rurais no município de Simão Dias, Sergipe, Brasil .....	114
Figura 4.1	Despesa relativa ao processo produtivo do milho dos Assentamentos Rurais Oito de Outubro e 27 de Outubro em Simão Dias-SE .....	130
Figura 4.2	Manchas de erosão hídrica em área de plantio de milho no Assentamento Oito de Outubro e no 27 de Outubro .....	134
Figura 4.3	Precipitação anual (1988-2017) para o município de Simão Dias-SE .....	135
Figura 4.4	Dados de Precipitação média mensal de 1988 a 2017 no município Simão Dias, SE, Brasil.....	136
Figura 4.5	Precipitação anual e temperatura média do município de Simão Dias – SE no ano de 2016 .....	138
Figura 4.6	Precipitação anual e temperatura média do município de Simão Dias – SE no ano de 2017 .....	140
Figura 4.7	Brotamento do milho na espiga e sinais de escurecimento dos grãos na lavoura dos Assentamentos Oito de Outubro e 27 de Outubro, Simão Dias, SE, Brasil .....	141
Figura 4.8	Extrato do Balanço Hídrico Climatológico do município de Simão Dias (1988 – 2017) .....	142

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Distribuição dos indicadores de sustentabilidade dos métodos IDEA, APOIA Novo-Rural e ISA por Elementos e Categorias .....	75
Tabela 2.2	Comparação entre os métodos Indicadores de sustentabilidade de explorações agrícolas (IDEA), Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural (APOIA Novo-Rural) e Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistema .....	78
Tabela 3.1	Indicadores do método IDEA modificados para este estudo .....	99
Tabela 3.2	Resultado da Escala Agroecológica .....	101
Tabela 3.3	Resultado da Escala Socio territorial .....	105
Tabela 3.4	Resultado da Escala Econômica.....	109
Tabela 4.1	Representação dos valores médios de Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração Potencial (ETP), Evapotranspiração Real (ETR) Deficiência (DEF) e Excedência (EXC) do município de Simão Dias-SE no período de 1988 a 2017 .....	142

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1	Estrutura original do método de avaliação de sustentabilidade – Indicadores de Sustentabilidade de Explorações Agrícolas (IDEA) proposto por Vilain et al. (2008) .....	70
Quadro 2.2	Estrutura original do método de avaliação de sustentabilidade Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural (APOIA Novo-Rural) proposto por Rodrigues & Campanhola, 2003 .....	72
Quadro 2.3	Estrutura original do sistema Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistema (ISA) proposto por Ferreira et al. (2012) .....	74
Quadro 4.1	Anos de ocorrência do El Niño e sua intensidade (1986 – 2016) .....	139

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL .....	18
CAPÍTULO I: CAMINHOS TEÓRICOS DA PESQUISA .....	24
1 O pensamento sistêmico na análise da sustentabilidade agrícola.....	25
1.1 Fundamentos e Dimensões da Sustentabilidade na Agricultura.....	29
1.1.1 Crédito rural e a integração do processo modernizador na agricultura brasileira .....	31
1.1.2 Os pacotes tecnológicos da agricultura moderna e os desafios da sustentabilidade .....	35
1.2 Desenvolvimento sustentável e suas perspectivas para a agricultura.....	39
1.3 Agricultura familiar e Assentamentos rurais na perspectiva da agricultura sustentável em Simão Dias - SE.....	45
Referências .....	51
CAPÍTULO II: ANÁLISE COMPARATIVA DE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM AGROECOSSISTEMAS COM BASE EM INDICADORES .....	59
2.1 Introdução.....	61
2.2 Abordagens sobre a avaliação da sustentabilidade em sistemas agrícolas.....	62
2.3 Indicadores de sustentabilidade .....	64
2.4 Materiais e métodos.....	67
2.5 Resultados e discussão .....	69
2.5.1. Descrição dos métodos de avaliação da sustentabilidade.....	69
2.5.1.1 O método IDEA.....	69
2.5.1.2 APOIA-Novo Rural.....	71
2.5.1.3 ISA.....	73
2.5.2 Distribuição dos indicadores de sustentabilidade dos métodos IDEA, APOIA Novo- Rural e ISA pelo esquema analítico de definição de indicadores.....	74
2.5.3 Abordagem Conceitual dos métodos de Avaliação da Sustentabilidade em Sistemas Agrícolas IDEA, APOIA Novo-Rural e ISA.....	78
2.6 Considerações finais .....	85
Referências .....	86
CAPÍTULO III: CENÁRIOS DA SUSTENTABILIDADE EM ASSENTAMENTOS RURAIS NO AGRESTE SERGIPANO: UMA AVALIAÇÃO PELO MÉTODO IDEA .....	91
3.1 Introdução.....	93
3.2 Método IDEA: uma ferramenta de avaliação da sustentabilidade agrícola.....	94



3.3 Materiais e métodos.....	97
3.3.1 Descrição da área de estudo.....	97
3.3.2 Planejamento amostral.....	98
3.3.3 Aplicação do método IDEA .....	98
3.3.4 Análise dos dados .....	99
3.4 Resultados e discussão .....	100
3.4.1 Escala Agroecológica .....	100
3.4.2 Escala Sócio territorial.....	104
3.4.3 Escala Econômica.....	108
3.4.5 Cluster das propriedades.....	112
3.4.6 Avaliação geral da Sustentabilidade.....	114
3.5 Considerações finais .....	116
Referências .....	117
CAPÍTULO IV: DINÂMICA SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL DO AGROECOSSISTEMA DO MILHO EM ASSENTAMENTOS RURAIS DE SIMÃO DIAS-SE .....	122
4.1 Introdução.....	124
4.2 A influência do clima no Nordeste do Brasil, o balanço hídrico climatológico e os impactos para a produção de milho em grãos .....	125
4.3 Materiais e Métodos .....	128
4.4 Resultados e discussão .....	129
4.4.1 Impactos socioeconômico do agronegócio do milho nos Assentamentos Rurais Oito de Outubro e 27 de Outubro.....	129
4.4.2 Dinâmica climática e seus efeitos no agroecossistema do milho nos Assentamentos Rurais Oito de Outubro e 27 de Outubro.....	135
4.4.3 Análise do Balanço hídrico climatológico.....	141
4.5 Considerações finais .....	143
Referências .....	144
APÊNDICE A- QUESTIONÁRIO DE PESQUISA .....	151
APÊNDICE B –CÁLCULO E PONTUAÇÕES DA METODOLOGIA IDEA .....	154
APÊNDICE C – QUADRO RESUMO DOS INDICADORES IDEA .....	159
APÊNDICE D – TABELAS DE COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DA PCA .....	161
APÊNDICE E - TABELA DE CUSTO DE PRODUÇÃO DO MILHO – 2017 .....	163

APÊNDICE F – CÁLCULO DOS INDICADORES DA ESCALA ECONÔMICA.....	164
APÊNDICE G - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE...	165
ANEXO A: PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP .....	166

## INTRODUÇÃO GERAL

## INTRODUÇÃO GERAL

A Sustentabilidade tem sido amplamente discutida nos meios acadêmicos, em diferentes vertentes do conhecimento. Um dos grandes desafios da sustentabilidade consiste na dificuldade em relacionar a sua aplicabilidade aos diversos interesses das atividades econômicas, notadamente a agricultura.

A agricultura, assim como toda atividade produtiva, é cercada por riscos. Estes riscos são assumidos em diversos momentos da escala de produção e estão associados, principalmente, às escolhas realizadas pelos agricultores em relação à adoção da cadeia produtiva (VEYRET, 2013). A escolha de uma cadeia produtiva em detrimento de outra pode atribuir perdas ou ganhos ambientais aos agroecossistemas, a depender do grau de pressão que esta possa exercer sobre os recursos naturais, bem como ter impactos positivos ou negativos sobre a base social e econômica na qual está inserida.

Ambientalmente, uma cadeia produtiva pautada em sistema de monocultura da agricultura moderna pode trazer consequências indesejáveis e custos ambientais expressivos, como por exemplo, o desmatamento e a redução da biodiversidade para expansão de áreas produtivas, esgotamento do solo, a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, pelo excesso de uso de agroquímicos (PRETTY, 2007), entre outros custos. Estes custos tendem a não serem contabilizados no sistema produtivo, produzindo externalidades negativas, as quais encobertas pelo êxito da agricultura moderna e, em muitos casos, estimuladas pela inexistência da obrigatoriedade de restituição pelo poluidor, afetam a média e longo prazo a sustentabilidade dos sistemas produtivos.

A agricultura moderna de grãos, como o cultivo de soja e milho, desde as décadas de 1970 e 1980 se expandiu e continua se expandindo em diversos Estados brasileiros. A produção brasileira de cereais, leguminosas e oleaginosas apresentou uma média anual de crescimento médio de 7 % entre os anos de 2011 e 2017, segundo dados do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (IBGE, 2018), com destaque para as safras de arroz, milho e soja.

Na região Nordeste do Brasil, a criação de fábricas de ração nos últimos 20 anos, fomentou em toda região a demanda pela produção de grãos. Em Sergipe, essa demanda refletiu no crescimento de áreas de monocultura de milho impulsionadas pelo desenvolvimento científico de tecnologias adaptadas a diferentes condições e pela disposição de acesso ao crédito para aquisição de pacotes tecnológicos que pudessem proporcionar a alta

produtividade de grãos no Estado. Atualmente, o Estado de Sergipe é o quarto maior produtor de milho do Nordeste, sendo o município de Simão Dias o segundo maior produtor de milho em grãos de Sergipe, com produção inferior apenas ao município de Carira. Com destinações voltadas para a abastecimento de fábricas de rações, o mercado do milho em Sergipe tornou-se um importante indutor do agronegócio, exercendo um papel relevante na competitividade econômica regional e local.

A adoção dos pacotes tecnológicos tem modificado a forma de exploração e apropriação da terra tanto entre os grandes agricultores quanto entre os agricultores com menores extensões de terras e que trabalham sob forma de produção familiar. Ao mesmo tempo em que o pacote tecnológico do milho ampliou as oportunidades de produção e, trouxe a melhoria de renda, a sua adoção também configurou mudanças sociais, agrícolas, econômicas e ambientais, principalmente na dinâmica de produção e no perfil socioeconômico do produtor, sobretudo o familiar, uma vez que para estes a organização produtiva não está subordinada apenas aos interesses econômicos, mas também nas necessidades de sobrevivência da família.

A dinâmica gerada pelos pacotes tecnológicos propiciou o aumento da intensidade dos impactos ambientais inerentes à atividade agrícola, mas também aumentou os da produção a nível econômico. Destaca-se que dentre os riscos financeiros da monocultura está o risco de produção, que pode não corresponder ao planejado e esperado pelo produtor, em razão de questões ligadas ao clima, ao desempenho das culturas e as falhas operacionais ou de administração (BUAINAIN, 2014).

O plantio do milho em Sergipe não tem atraído apenas grandes latifundiários, mas também pequenos proprietários de terra, para a produção a partir da aquisição de pacotes tecnológicos tem se distanciado da diversificação de cultivos e investido em apenas uma cultura. Esse sistema se expandiu, principalmente nos territórios Centro-Sul e Agreste central Sergipano e modificado a forma de exploração e apropriação da terra tanto entre os grandes agricultores quanto entre os agricultores com menores porções de terras, que trabalham pela forma de produção familiar.

No município de Simão Dias localizado na mesorregião de Agreste de Sergipe e clima de transição entre Agreste e Sertão, a substituição do cultivo do feijão e da abóbora, por exemplo, pelo sistema de monocultura do milho esteve associado as políticas de incentivo a adoção de pacotes tecnológicos para inserção e manutenção da competitividade frente ao sistema de agronegócio. Entretanto, o plantio de uma só cultura pode gerar riscos tanto na

comercialização por quedas de preço quanto na proliferação de pragas e doenças, e intempéries climáticas que podem ocasionar perda de toda plantação.

Neste sentido, emerge a urgente necessidade de sobrepor os riscos provocados pela agricultura tecnológica com ações que direcionem o sistema agrícola aos aspectos da sustentabilidade. Embora as preocupações ambientais relacionadas a agricultura não sejam novas, são problemas que se agravam ao longo do tempo e do espaço vinculadas aos interesses econômicos. Ademais, a relação entre atividades agrícolas e impactos ambientais são complexas, pois refletem os processos biológicos, as variações no ambiente natural, os fatores socioeconômicos, as políticas agrícolas e ambientais.

A sustentabilidade pode ser considerada como a capacidade de gerenciar riscos sem comprometer o bem-estar humano e ecossistêmico ao longo do tempo (PINTÉR, 2006). A exploração agrícola como atividade altamente impactante, notadamente os sistemas em monocultura, causa pressões ao meio ambiente, seja por situações humanas ou naturais, cuja a identificação pode promover gestão de melhorias. Neste sentido, a avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas visa identificar a fim de superar e minimizar os efeitos degradantes das atividades humanas sobre o meio ambiente e, ao mesmo tempo, prover o bom desempenho social e econômico a partir da orientação de atitudes sustentáveis.

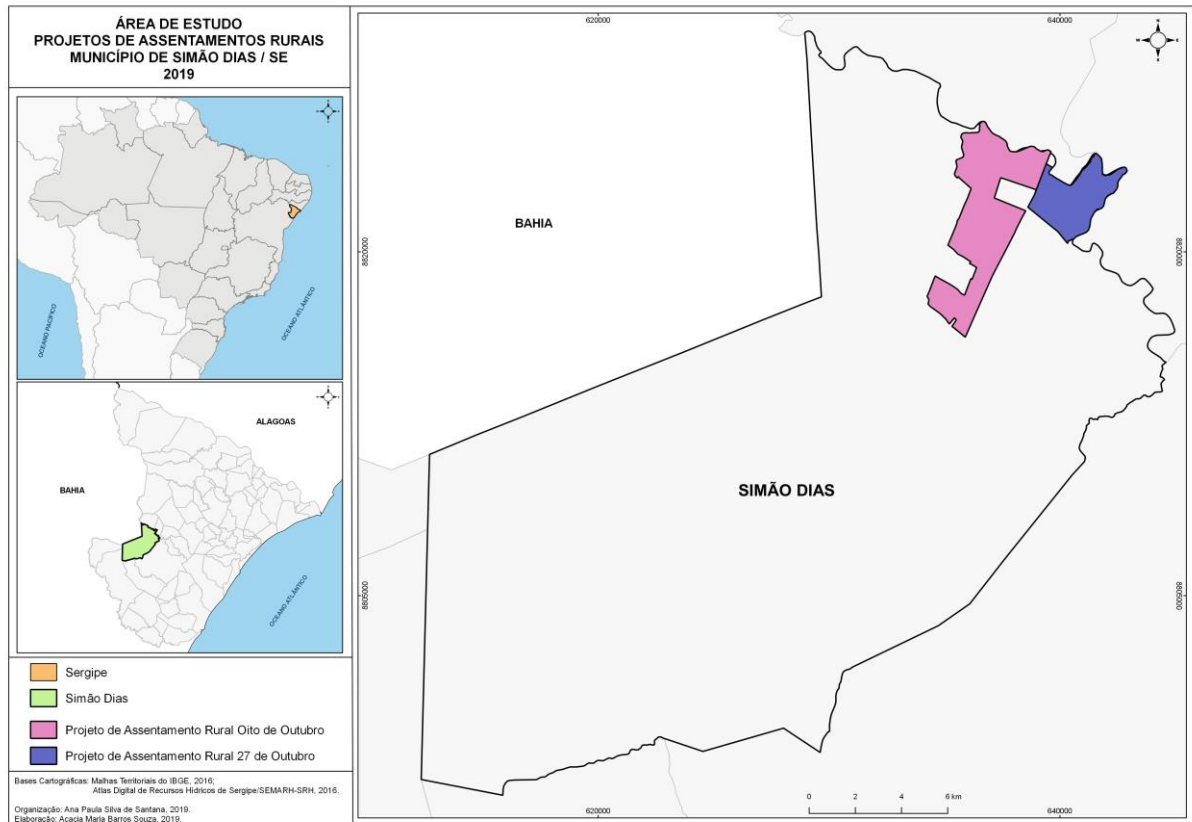
Os métodos de avaliação da sustentabilidade são um meio de auxiliar a construção do cenário local e direcionar o planejamento de ações sustentáveis. A análise dos indicadores agroambientais em uso na Europa mostrou claramente uma preocupação com o cenário agropecuário que reflete os fatores endógenos e exógenos de mudanças nas práticas agrícolas (ROMIERO, 2014). Sob esta ótica, as propriedades em sistemas familiares e assentamentos rurais assumem fundamental relevância em busca de ações sustentáveis, pois envolvem além da preocupação quanto à capacidade dos agroecossistemas de se manterem produtivos a longo prazo, a garantia de sobrevivência, emprego e renda no campo.

As famílias assentadas oriundas do movimento de Reforma Agrária, além do acesso a terra necessitam organizar um modelo produtivo que lhes possibilitem viabilidade econômica, sustentabilidade ambiental e desenvolvimento territorial adequado. Isto aponta para a necessidade de observação sistêmica das relações estabelecidas pelos assentamentos rurais com o mercado produtivo e como estes assentamentos conseguem estabelecer sua sustentabilidade socioeconômica e ambiental.

Assim, o estudo proposto na tese está delimitado aos Projetos de Assentamentos Rurais Oito de Outubro e 27 de Outubro situados no município de Simão Dias, Sergipe, Brasil

(Figura 1.1). Ambos assentamentos são produtores de milho em grãos e estão inseridos na cadeia produtiva do agronegócio do milho em regime de sequeiro que se estabeleceu na região Centro Oeste de Sergipe.

Figura 1.1- Localização da área de estudo.



Fonte: Atlas Digital de Recursos Hídricos/SEMARH, 2016.

Diante do exposto esta tese foi orientada pelas seguintes questões: Como os métodos de avaliação da sustentabilidade em sistemas agrícolas direcionam seus indicadores no processo de avaliação a nível da propriedade rural? Qual é o cenário de sustentabilidade dos assentamentos rurais com monocultivo do milho em grãos no Agreste de Sergipe? Quais os impactos socioeconômicos da cadeia produtiva do milho em assentamentos rurais em sistema de sequeiro no Agreste de Sergipe?

Assim, as hipóteses levantadas são:

- O monocultivo do milho promove níveis mais baixos de sustentabilidade nos assentamentos rurais da região Agreste de Sergipe.

- O método IDEA é sensível a identificação da sustentabilidade e em termos gerais se adequam às condições específicas das condições de milho em Sergipe.
- O cultivo do milho em grãos sob sistema de agronegócio eleva os custos econômicos da produção em sistemas familiares e aumenta os impactos ambientais.

Para validar estas hipóteses, esta tese apresenta, a partir de análise teórica da sustentabilidade, os principais desafios inerentes agroecossistema do milho na região Agreste sergipana e seus desdobramentos sobre agricultura sustentável, notadamente em assentamentos rurais, visando compreender as principais pressões ambientais que envolvem este sistema.

Deste modo, o objetivo geral da tese é avaliar a sustentabilidade nas explorações do milho em grãos (*Zea mays*) em Assentamentos Rurais no município de Simão Dias - SE, Brasil. Como objetivo específico, tem-se:

- Comparar três métodos de avaliação da sustentabilidade, sendo eles o IDEA, APOIA Novo Rural e ISA, com base nos indicadores e nas abordagens conceituais de cada método.
- Avaliar os cenários da sustentabilidade, em nível da propriedade rural, em dois Assentamentos Rurais do Agreste sergipano, os Assentamento Rurais Oito de Outubro e 27 de Outubro em Simão Dias-SE, a partir do método de avaliação IDEA;
- Analisar os efeitos do agronegócio e da pluviosidade na dinâmica socioeconômica do agroecossistema do milho nos Assentamentos Rurais Oito de Outubro e 27 de Outubro no município de Simão Dias-SE.

Para isto, buscou-se estruturar a partir de fontes bibliográficas de artigos, livros e revistas uma base conceitual sobre as abordagens da sustentabilidade na agricultura e seus métodos de avaliação. Visto que os sistemas de agrícolas são sistemas complexos, esta pesquisa utilizará a abordagem sistêmica, por ser uma abordagem que não trata as partes ou os fenômenos individualmente, mas em sua totalidade e complexidade, favorecendo assim, a compreensão e a interação entre homem e meio ambiente. “[...] um sistema complexo pode ser definido como sendo composto por grandes quantidades de componentes interatuantes, capazes de intercambiar informações com seu entorno condicionantes e capazes, também, de adaptar sua estrutura interna” (CRISTOFOLETTI, 1999, p.3). O enfoque sistêmico na pesquisa ressalta a ideia de que existem numerosas relações no interior do objeto estudado, mas que este também está ligado a um meio externo (TRIVIÑOS, 2017). Sendo assim, o enfoque sistêmico procurará inter-relacionar os fatores dispostos no interior do agroecossistema integrado aos componentes externos a este agroecossistema.



A pesquisa possui caráter exploratório- descritivo com levantamento bibliográfico, documental e coleta de dados em campo. Os estudos exploratórios consistem no aprofundamento por parte do pesquisador de uma realidade específica e para a qual será direcionada a pesquisa, enquanto os estudos descritivos correspondem a descrição dos fatos e fenômenos de determinada realidade (TRIVIÑOS, 2017). Como instrumento de coleta dos dados de campo utilizou-se a observação participante e a aplicação de questionários semiestruturados. Estes questionários foram aplicados entre os agricultores produtores de milho dos Assentamentos Rurais Oito de Outubro e 27 de Outubro no município de Simão Dias, estado de Sergipe.

Para análise do problema de pesquisa utilizou-se a abordagem qualitativa-quantitativa, considerando a fonte de coleta dos dados, a interpretação dos fenômenos e de seus significados concomitante ao uso de técnicas estatísticas. A abordagem qualitativa-quantitativa procura desvendar o conteúdo subjacente ao que está sendo manifesto, associando a estas, informações estatísticas (MINAYO, 2002).

A Tese está organizada em quatro capítulos. O primeiro capítulo faz uma discussão sobre o processo de modernização da agricultura e seus impasses na sustentabilidade. Destaca-se os conceitos de desenvolvimento sustentável e seus direcionamentos para a agricultura familiar, especificamente, assentamentos rurais. O segundo capítulo traz uma análise comparativa dos métodos IDEA, APOIA Novo-Rural e ISA, expondo suas principais características e abordagens relacionadas a aplicação em sistemas agrícolas familiares, apresentando os principais direcionamentos e conceitos seguidos por cada método. O terceiro capítulo analisa o cenário da produção de milho em grãos (*Zea mays*) em assentamentos rurais, utilizando o método de avaliação IDEA. Para finalizar, o quarto capítulo analisa os efeitos da cadeia produtiva do agronegócio e da pluviosidade nas dinâmicas socioeconômicas do agroecossistema do milho em dois assentamentos rurais do município de Simão Dias-SE.

# **Capítulo I**

## **CAMINHOS TEÓRICOS DA PESQUISA**

## **1 O pensamento sistêmico na análise da sustentabilidade agrícola**

A partir da segunda metade do século XX os efeitos paralelos produzidos pelo processo de modernização e industrialização, sobretudo, no âmbito ambiental levaram a percepção da necessidade de uma forma de abordagem das questões ambientais distinta da abordagem cartesiana. A abordagem cartesiana, disposta no pensamento analítico, tornou-se em sua essência insuficiente para o entendimento dos problemas ambientais e suas consequências na esfera social, econômica e política.

O método cartesiano criado por René Descartes (1596-1650) consistiu em dividir os fenômenos complexos em partes, a fim de compreender o comportamento do todo a partir das propriedades dessas partes. Assim, desde o século XVII, com a introdução das ideias de Descartes os organismos vivos passaram a ser comparados às componentes mecânicas de uma máquina, onde a natureza e a sociedade passaram a ser vistas como peças elementares e separadas, mas que se interagem para funcionar. Essas concepções foram oriundas dos estudos da Termodinâmica e da Biologia (BERTALANFFY, 1973) que sistematizaram a perspectiva de organização dos processos imperantes da visão mecanicistas e da concepção vitalista da biologia (CHRISTOFOLETTI, 1999).

De certa maneira, essa concepção negligenciava, contudo, a natureza sistêmica dos organismos, levando a uma condição reducionista do sistema, visto apenas por suas partes. A definição reducionista dos sistemas tornou-se incompleta para discutir o comportamento distintivo dos problemas ambientais e a emergência desses fenômenos na sociedade diante do processo de industrialização e modernização que passou a exigir interpretações mais abrangentes dos sistemas, envolvendo também suas relações exteriores. Esta necessidade fomentou a ideia de sistemas abertos como base comum ao contexto paradigmático de sistemas.

Um sistema é definido como um conjunto de elementos que ocupam um espaço definido e apresentam relações funcionais fortes uns com os outros, mas limitadas, fracas ou inexistentes com elementos de um outro espaço (CONWAY, 1983). O resultado da relação inter e intra-espacial corresponde ao comportamento característico do conjunto, que juntas formam um todo, mesmo quando haja apenas o funcionamento de uma das partes do conjunto. O resultado desta relação produziu o comportamento característico do conjunto formando um todo, mesmo quando aplicado apenas a uma parte. Por ser um conjunto de elementos com propriedades comuns que estão inter-relacionadas (MILLER JR, 2007), cada

elemento influencia no comportamento dos demais elementos de modo interdependente e como resultado final expressa muito mais que o trabalho isolado destes elementos, mas a complementaridade.

Foi a partir da ideia de conjunto, destacada no grau de organização entre os elementos que compõem o sistema, que se observou que não existia um ponto determinante no funcionamento dos sistemas, mas uma espécie de conexão que se processa a partir de relações mútuas entre os elementos (CHRISTOFOLETTI, 1999). As relações mútuas entre os elementos mostraram que o todo de um sistema seria muito maior que a soma das partes que o fazem funcionar. Neste sentido, o pensamento sistêmico foi organizado a partir da concepção de sistemas abertos<sup>1</sup> do cientista Ludwig Von Bertalanffy e da teoria geral dos sistemas, expressando as dinâmicas, conexões e contextos que não poderiam ser descritos pela visão mecanicista da termodinâmica clássica.

A evolução do pensamento sistêmico reverteu a relação entre parte e todo, entendendo-o a partir da organização e da observação do contexto em que esteja inserido. A ampla contribuição que adveio com a ciência do século XX, per fez que o entendimento dos sistemas não cabe apenas à análise dos detalhes e isolamento dos elementos que compõe o sistema trazendo a concepção do pensamento sistêmico, isto é, a percepção global dos elementos no contexto mais amplo de sua organização (CAPRA, 1996). Assim, um ecossistema não poderia ser visto e estudado sem a compreensão e aceitação do todo onde figuram.

Deste modo, a noção de sistema passou a ser utilizada como uma noção-apoio para designar todo o conjunto de relações entre as partes constituintes que formam um todo, se opondo ao reducionismo analítico das antigas formulações de teorias, sejam quais fossem os campos de investigação e aplicação aos fenômenos (MORIN, 2005). O entendimento de sistemas, neste sentido, passou a integrar informações e conhecimentos para compor novas informações e novos conhecimentos.

A existência de um sistema implica na presença de uma organização formada pelas interações existentes entre os atributos constituintes (MORIN, 2005). Neste entendimento, o estudo dos fenômenos inerentes ao meio ambiente, agricultura e sustentabilidade se enquadram no paradigma do pensamento sistêmico e rompe com a ideia de análise isolada destes conceitos a partir da inter-relação. A inter-relação busca traduzir as interações entre

---

<sup>1</sup> São sistemas que precisam se alimentar de um contínuo fluxo de matéria e de energia extraídas do seu meio ambiente para permanecer vivos (CAPRA, 1996, p. 44).

natureza e sociedade como perspectiva de uso consciente dos recursos naturais pelas atividades econômicas para a manutenção de todas as formas de vida.

Observa-se então que, os termos interação e organização encontram-se conceitualmente indissociáveis na concepção de sistema. Enquanto interação refere-se ao conjunto de relações, ações e retroações que formam o sistema, ou ainda o prévio conhecimento das diversas correlações dentro da unidade de estudo que permite delinear a extensão abrangida pelo sistema, a organização refere-se a expressão base que explica todo o conceito de sistema, destacando as particularidades e as dinâmicas que distinguem um dos outros (MORIN, 2005; CHRISTOFOLETTI, 1999). A ausência de um desses elementos, incompleta o conceito de sistema.

A importância da abordagem sistêmica para os estudos científicos se dá pelo entendimento da complexidade como foco de superação da fragmentação do conhecimento e da necessidade de inserção de fatores oriundos da nova demanda sócio cultural (VICENTE, PEREZ FILHO, 2003) para a compreensão das habilidades funcionais dos sistemas estudados. Nos sistemas socioambientais a superação da fragmentação do conhecimento “[...] implica necessidade e possibilidade de articular processos de diferentes ordens de materialidade, que não são apreensíveis por um processo indutivo a partir dos dados puros da realidade empírica, mas que não se reduzem a um paradigma unificador do saber” (LEFF, 2001, p. 227). Deste modo, tem-se que:

Sob essa perspectiva analítica, as sociedades humanas e seus inerentes sistemas de atividades sociais e econômicas surgem como sendo o foco de relevância. No universo sistêmico, o meio ambiente é constituído pelos sistemas que interferem e condicionam as atividades sociais e econômicas, isto é, pelas organizações espaciais dos elementos físicos e biogeográficos (da natureza). Os sistemas ambientais são os responsáveis pelo fornecimento de materiais e energia aos sistemas socioeconômicos e deles recebem os seus produtos (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 37).

A visão sistêmica associada a análise da sustentabilidade em sistemas agrícolas permite, sobretudo, a compreensão dos sistemas ambientais relacionados às atividades humanas e como tais atividades tendem a constituir qualquer tipo de perturbação ou impactos aos sistemas naturais. Os sistemas agrícolas formam espaços rurais não autônomos, integrado a elementos indissociáveis que compõem uma relação dinâmica entre natureza e grupos sociais (BERTRAND, 2009).

Os espaços rurais são compostos por subconjuntos que agrupam diferentes sistemas, potencial abiótico (relevo, geologia, clima, hidrologia), bióticos (comunidades vivas, vegetais e animais), bem como a utilização antrópica ligada à exploração socioeconômica (BERTRAND, 2009). Os espaços rurais evidenciam a complexa relação presente nas atividades agrícolas em que a organização do ambiente rural para a produção agrícola animal ou vegetal comporta a ação direta de grupos humanos sobre um ecossistema, adaptando-o de acordo com os objetivos e as necessidades socioeconômicas.

Os objetivos e consequências ambientais, sociais e econômicas que emanam das relações de trabalho, convívio e utilização dos recursos naturais pelos sistemas agrícolas destacam toda dinâmica que está envolta sobre esta atividade, onde “[...] as condições iniciais sofrem a influência direta de inúmeras variáveis e variantes em processo constante de reações e ‘contrarreações’” (VICENTE; PEREZ FILHO, 2003, p.324).

Por esse motivo, a noção de complexidade aplica-se a agricultura para explicar a não linearidade deste sistema, sua dinâmica e capacidade de recuperação após uma perturbação, tendo em vista o emprego das incertezas relacionadas a atuação dos elementos e recursos endógenos e exógenos ao sistema agrícola. Neste sentido, “[...]os sistemas agrícolas são considerados sistemas complexos, uma vez que, podem apresentar vários comportamentos, desde equilíbrio até a desordem, sendo altamente sensíveis as condições iniciais do sistema e suas perturbações” (SILVA NETO, 2009, p.41). Essas perturbações correspondem a quaisquer alterações dos elementos e recursos presentes no sistema como solo, clima, água, insumos, valores econômicos e humanos.

Os estudos sobre a sustentabilidade nos sistemas agrícolas fortaleceram-se com a compreensão holística e conectada firmada pelas ideias do pensamento sistêmico, rompendo com a análise individualizada de seus elementos e recursos. A análise sistêmica passa assim a compreender a ação dos elementos que compõe o conceito de sustentabilidade e agricultura, sua dinâmica, flexibilidade e adaptabilidade visando a compreensão do desempenho dos sistemas, que para serem sustentáveis, devem atender aos parâmetros ecológicos, sociais e econômicos (BIANCHINI, 2007). Ademais, a sustentabilidade fortalece-se com a definição de um sistema, onde as ciências naturais, sociais e econômicas integram-se para identificar os múltiplos elementos que a compõem e condiciona o seu estado, como o solo, água, clima, vegetação, relevo, sociedade, políticas, entre outras.

## **1.1 Fundamentos e Dimensões da Sustentabilidade na Agricultura**

A partir da década de 70, uma preocupação mais acentuada das questões ambientais tornou manifesta e suscetível a busca por soluções viáveis de sustentabilidade em diversos países. A responsabilidade das ações antrópicas e das atividades econômicas, sobre os recursos naturais chamaram a atenção para os riscos e impactos que a agricultura poderia causar ao meio ambiente.

A agricultura foi se desenvolvendo como atividade vital à sobrevivência humana e ao longo do tempo vem sofrendo intensas transformações, as quais alteraram tanto as formas de produção e produtividade quanto os impactos por ela gerado. Pode-se assim afirmar que a agricultura integra um conjunto de elementos indissociáveis os quais compõem uma relação dinâmica entre natureza e grupos sociais, cujos elementos modificam os ecossistemas naturais para produzir um ambiente adaptado as necessidades humanas de sobrevivência, alimentação, socialização e renda.

As necessidades do homem modificam-se no tempo e no espaço à medida que novas relações são estabelecidas, a partir do desenvolvimento de novos produtos, maquinários e tecnologias (FOLADORI, 2001). Por exemplo, o desenvolvimento científico e tecnológico com o advento da Revolução Verde estimulou a formação de um modelo de produção agrícola moderno em que a indústria passou a atender as necessidades produtivas da agricultura. Ao mesmo tempo, a agricultura ampliou sua área de atuação, findando conflitos de valores com a natureza. Assim, as novas tecnologias modificaram a noção de valor, até então associada aos bens obtidos através do trabalho, e neste novo conceito a natureza passou a ser vista como capital do mercado (BECKER, 2000).

Esta visão distorcida da natureza insta um desafio à agricultura, como integrar aspectos ambientais, sociais e econômicos aos interesses políticos, éticos e de sobrevivência de grupos rurais menos favorecidos? Tradicionalmente, as propriedades patronais foram consideradas mais adequadas a implementação de políticas de incentivo e, para a pequena propriedade familiar, difundida a preocupação, “o que seria mais apropriado?” para elas. Isto, atrelou o campo a um processo maior de exclusão e desigualdade social e econômica entre pequenos, médios e grandes produtores. Essa segregação também implicou num cenário de contradições com a natureza, onde a concentração de extensas áreas de produção agrícola passou a evidenciar riscos do processo modernizador da agricultura.

O processo de modernização, iniciado na década de 1950, trouxe para a agricultura, de um lado, a retirada dos valores que asseguravam a relação harmoniosa homem-natureza, e de outro, o controle da natureza com a reprodução de condições artificiais sobrepondo as condições naturais de cultivo (SILVA, 1998).

A concepção modernizadora na agricultura cresceu no Brasil e em outros países subdesenvolvidos. As implicações ambientais, sociais e econômicas da modernização agrícola difundiram a preocupação quanto ao caráter ambientalmente agressivo, tecnologicamente excludente desta prática (NAVARRO, 2001). Os impactos da agricultura moderna passaram a ser vistos como um mal necessário, mas que poderiam ser atenuados com a adoção de práticas conservacionistas (ROMEIRO, 1996).

Neste sentido, questiona-se ainda a cerca de como prevenir o esgotamento pelo uso intensivo dos recursos naturais? O uso de técnicas conservacionistas seria suficiente? Dentro de um contexto histórico, observa-se que em um primeiro momento os fundamentos modernos de produção agrícola conduziram as políticas do Estado para um cenário de desenvolvimento agrícola, sem, contudo, distingui-lo do desenvolvimento rural. Isto não apenas com relação aos impactos gerados, mas à racionalidade e estratégia operacional amplamente difundida (NAVARRO, 2001).

O desenvolvimento agrícola em sua essência, refere-se exclusivamente às condições da produção agrícola, suas características, facetas e evolução, dando-lhe um sentido estritamente produtivo (NAVARRO, 2001). Este tipo de desenvolvimento relaciona-se com a área plantada, produtividade, formatos tecnológicos entre outros aspectos produtivos. O desenvolvimento rural, por sua vez, abrange as ações previamente articuladas pelo Estado, aquelas que induzem ou pretendem induzir mudanças em um determinado ambiente rural (NAVARRO, 2001). O desenvolvimento rural traz uma combinação de forças internas e externas à região rural, em que os atores rurais estão envolvidos simultaneamente num contexto local e externo (KAGEYAMA, 2003). No entanto, a partir da atuação de forças externas, as características locais podem variar significativamente em relação a escala regional. Neste sentido, em função da escala de abrangência, o desenvolvimento rural pode ser um processo multinível, multi-atores e multifacetado (VAN DER PLOEG et al., 2000).

O processo multinível está arraigado nas inter-relações globais entre agricultura e sociedade, sustentadas pela influência da economia. O processo multi-atores está representado pelas variadas características e atributos inerentes às diversas realidades sociais que abarcam o setor rural. Neste aspecto, os pequenos agricultores familiares possuem maior importância



em relação a outros grupos, médios e grandes produtores, por desempenhar ao longo dos últimos 20 anos, a produção de alimentos em escala local. Já o processo multifacetado, refere-se a sinergia entre ecossistemas naturais e humanos.

O desenvolvimento rural implica a criação de novos produtos e novos serviços, associados a novos mercados; procura formas de redução de custos a partir de novas trajetórias tecnológicas; tenta reconstruir a agricultura não apenas no nível dos estabelecimentos, mas em termos regionais e da economia rural como um todo (KAGEYAMA, 2003, p. 3).

Neste sentido, os investimentos financeiros tornaram-se cada vez mais necessários a sobrevivência dos sistemas produtivos. Dentro de um contexto histórico, pode-se considerar, então, que as políticas públicas de crédito rural tiveram um caráter determinante nas ações e implementações das estratégias de desenvolvimento rural no Brasil.

### **1.1.1 Crédito rural e a integração do processo modernizador na agricultura brasileira**

A articulação do setor industrial aliado a modernização da agricultura promoveu a formação de complexos agroindústrias e a integração da agricultura à uma economia globalizada. Na medida em que, os ideais de consumo da população urbana cresciam, se assinalava também um intenso período de dependência do campo por produtos industriais, insumos e máquinas gerados pelo setor industrial (GRAZIANO DA SILVA, 2001). Este processo não só espargiu o ciclo de dependência campo-cidade-indústria, mas também acirrou as desigualdades sociais no campo, intensificou o uso dos recursos naturais (solo e água) e a necessidade econômica de financiamento.

No cenário brasileiro, a modernização da agricultura ocorreu influenciada por dois aspectos principais: o crédito rural e a disseminação dos pacotes tecnológicos oriundos da agricultura moderna norte-americana (BUAINAIN, 2014). Ambos aspectos promoveram a melhoria das condições estruturais do campo brasileiro, bem como elevaram as diferenças entre grupos sociais, o acirramento econômico entre eles e como consequência um processo de dominação da natureza.

Argumentava-se que a agricultura necessitava modernizar-se para cumprir suas funções no desenvolvimento econômico do país (DELGADO, 1985). Neste sentido, as políticas públicas tiveram um caráter determinante nas ações e implementações de estratégias de desenvolvimento rural no Brasil. Os projetos políticos e incentivos financeiros permitiram

investir em tecnologias, no desenvolvimento de infraestruturas, assistência técnica e extensão rural (GRAZIANO DA SILVA, 2001).

Os pacotes tecnológicos impunham-se sobre as demandas urbanas do setor de alimentos, ao mesmo tempo em que o setor industrial se abria ao fornecimento de bens e insumos para agricultura (MORAIS, 2006). Tal imposição alicerçou-se no aumento da urbanização e das demandas de consumo, as quais incitavam o campo a produzir mais e com maior eficiência para atender as demandas industriais por matéria-prima.

A política de crédito rural no Brasil foi estabelecida e alterada de acordo com o contexto macroeconômico e político do país (VIEIRA FILHO, 2014). Num primeiro momento, essa política foi objeto de apoios creditícios e incentivos às exportações dos grandes produtores rurais (GARCIA, 2014) e se constituiu num processo desigual e heterogêneo da expansão do capital entre produtores e regiões do Brasil.

A expansão da modernização agrícola, fez com que o capital de giro fosse cada vez mais necessário para introdução de máquinas, equipamentos e insumos que viabilizavam as inovações do sistema produtivo (BUAINAIN, 2014), como meio de manter-se rentável no mercado. As políticas de crédito rural implementadas pelo governo, em 1965 com a criação do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) pela Lei nº 4.829, tiveram como meta principal a expansão da fronteira agrícola e o aumento da produção, visando o financiamento de fertilizantes, sementes, máquinas e defensivos (GONÇALVES, 2008). No entanto, essas políticas apresentavam uma característica seletiva que acirrava um ambiente de concorrência e pressão sobre os agricultores de pequeno porte.

Os principais beneficiados do capital de crédito rural subsidiado pelo governo eram, de um lado, os médios e grandes proprietários rurais, e de outro o capital monopolista, representado pelas empresas multinacionais (GRAZIANO DA SILVA, 1981). A restrição do crédito rural à estes dois grupos de produtores, sobretudo as empresas multinacionais como companhias de *commodities* com foco na especialização produtiva, lançou também desigualdades na esfera regional de produção. Apesar da modernização ter atingido várias regiões do país, as políticas priorizavam produtos com maior interesse comercial, como os setores de grãos e carne.

Na região Sudeste do Brasil, a agricultura se expandiu durante o auge do ciclo cafeeiro, favorecida pelo intervencionismo estatal que regulamentou o mercado nacional e internacional e sobretudo pelo crédito para a formação e custeio das lavouras (FREDERICO, 2017). A região Sul, teve como referência o binômio trigo-soja, que a transformou no núcleo

produtivo do modelo modernizante de agricultura, enquanto a região Nordeste expandiu sua agricultura atrelada ao custeio da cana-de-açúcar (MATTEI, 2014).

Apesar da segmentação do setor agrícola, o crédito rural continuou crescendo a taxas de juros baixas na década de 1970 e transformou-se no principal instrumento de apoio à produção agrícola no Brasil. Estima-se que durante os anos de 1969 a 1979, os investimentos saltaram de aproximados 32 para 161 bilhões de reais (VIEIRA FILHO, 2014).

Na década de 1980, uma crise de endividamento no segmento agropecuário afetou os financiamentos em escala nacional. Os recursos para custeio foram diminuídos expressivamente e apenas restabelecidos em meados da década de 1990, via investimentos fornecidos pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) (GONÇALVES, 2008). O restabelecimento do setor de crédito mostrou a expansão das políticas de créditos no Brasil, em que,

[...]após forte recessão e depois do período inflacionário da década de 1980, em que o crédito rural caiu para cerca de 23 bilhões de reais, tem-se uma nova fase de expansão do crédito, porém, com uma menor intervenção pública na economia. Com o controle inflacionário da década de 1990, o crédito rural brasileiro expandiu e alcançou um volume aproximado de 115 bilhões de reais no ano de 2012 (VIEIRA FILHO, 2014, 404).

Na década de 1990, as políticas de crédito rural ampliaram a capacidade de custeio para além dos médios e grandes produtores, fortalecendo um modelo de produção rural elencado por pequenos agricultores. A criação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) forneceu capital de giro por meio de empréstimo para investimento em insumos e equipamentos necessários à inclusão desse grupo de agricultores no mercado. O PRONAF inseriu as unidades rurais produtivas formadas por agricultores familiares no contexto político, social e econômico do país.

No período de 1994 a 1998, os baixos juros proporcionados pelos investimentos do BNDES e pelo PRONAF permitiu a forte expansão do uso de máquinas e implementos agrícolas. Em contrapartida, houve a redução da demanda de mão de obra e a necessidade de preparação técnica dos trabalhadores rurais para atender as novas exigências de trabalho.

Em 2006, a Lei nº 11.326 (Lei da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais) fortaleceu os pequenos agricultores e os denominou de agricultores familiares. Os agricultores familiares repercutiram a heterogeneidade cultural e produtiva do Brasil. Estes passaram a ter investimentos direcionados por linhas e programas

de crédito, cujos limites de crédito e taxas de juros para pagamento foram estabelecidos com apoio do governo, de acordo com as condições de renda de cada grupo de produtor e da cadeia de produtos pretendidos.

Os investimentos de crédito rural tiveram de 2012 a 2016 um crescimento de 42 %, aumentando de aproximadamente R\$ 115 para R\$ 153 bilhões (BCB, 2017). Para os agricultores familiares o montante disponibilizado para financiamento do Pronaf cresceu de aproximadamente R\$ 10 bilhões em 2006/2007 para R\$ 18 bilhões em 2012/2013 e aproximadamente 22,3 bilhões em 2015/2016. O Pronaf também ampliou a distribuição e direcionamento dos recursos destinando cerca de 20 % dos recursos para seguros, programas e fomentos (MDA, 2019).

Os incentivos a utilização do crédito rural significou também um aumento do uso de insumos químicos e máquinas e equipamentos voltados para a agricultura. Dados do Censo agropecuário 2017 mostram, que quase 50 % dos estabelecimentos que obtiveram empréstimos, destinara-os para investimento, enquanto 38 % foram destinados ao custeio da produção (IBGE, 2017). As estatísticas apontam que a compra de tratores está entre as principais formas de investimento, cujo número subiu de 820 mil em 2006 para 1.228.634 milhões de unidades em 2017 (IBGE, 2017), representando assim uma progressão na capacidade produtiva dos estabelecimentos rurais.

A ampliação do crédito de custeio apoiou a aquisição de insumos agrícolas. No período de 2000 a 2012, o uso de agrotóxicos no Brasil passou de 3,2 kg/ha (ingrediente ativo) para 6,8 kg/ha, um aumento aproximado de 112 % e o uso de fertilizante de 128 kg/ha para aproximadamente 180 kg/ha. Este crescimento acompanhou o aumento do crédito rural no período, o que destaca o aumento da capacidade de investimento do produtor. A mesma relação se observa em relação ao plantio de Organismos Geneticamente Modificado (OGM). O Brasil é o segundo maior produtor desde 2010, representando 19 % do total de área plantada com OGM no mundo. Em 2018, esse percentual subiu para 26,4 % do total mundial, ficando atrás apenas dos Estados Unidos com 39,5 % (ISAAA, 2017).

Dessa maneira, o processo de modernização e ampliação da agricultura significou também a necessidade de investimento e ampliação de ações estatais. As linhas de crédito rural foram os principais instrumentos dessa ação, que ao mesmo tempo estimulou a expansão das indústrias assegurando-lhes mercado por meio do financiamento rural para aquisição de insumos, e a utilização dos mesmos como incentivo a monocultura e formação de um leque produtivo de elevação da economia. No entanto, mesmo sendo benéfico em termos de

evolução e crescimento dos produtos agrícolas, entende-se que não se deve relegar os impactos negativos nas esferas ambientais e sociais do processo modernizador da agricultura.

### **1.1.2 Os pacotes tecnológicos da agricultura moderna e os desafios da sustentabilidade**

A convergência entre ciência e tecnologia engendraram numa racionalidade científico-tecnológica marcada pela apropriação do homem sobre a natureza. Na agricultura a influência da ciência e da tecnologia marcou sobretudo um período de expansão produtiva de alimentos caracterizado pela disseminação dos pacotes tecnológicos da Revolução Verde. A agricultura foi enquadrada como um setor econômico separado da natureza e vista como fornecedora de matéria-prima para o comércio e para a indústria.

A Revolução Verde, entre outros aspectos, foi resultado da evolução dos conhecimentos científicos da Química e da Biologia em países desenvolvidos como Estados Unidos e traçaram um novo paradigma tecnológico sobre a produção de alimentos. Tal paradigma propunha o máximo rendimento da agricultura como estratégia para acompanhar a demanda de alimentos da crescente população, contudo, em situações ecológicas conflitantes.

A Revolução Verde propôs a incorporação de pacotes tecnológicos a agricultura, por meio de técnicas de pesquisa agrícola, em torno de contíguas práticas agrônômicas e de insumos industriais comuns, sejam elas o uso fertilizantes, pesticidas, herbicidas, sementes melhoradas geneticamente, máquinas e equipamentos especializados, preconizando a maior homogeneização do processo de produção agrícola (GOODMAN, SORJ, WILKINSON, 2008).

A disseminação do pacote tecnológico norte-americano trouxe como desafio as consequências ambientais do processo de apropriação dos recursos naturais. A ampliação do crédito rural associado a ampliação do mercado de máquinas, equipamentos e insumos agrícolas transformou a base técnica da agricultura, bem como as relações sociais de produção e trabalho.

A Revolução Verde impôs efetivas mudanças no ritmo e nas relações rurais de trabalho, aumentando a precisão das operações mecânicas e biológicas das culturas.

Estas mudanças derivadas ou induzidas nas operações de administração das unidades agrícolas incluem a aração em maior profundidade, maior precisão na semeadura e no transplante e uso regular e controlado da água [...] O desenvolvimento de variedades de maturação precoce que permitem múltiplas safras serviu para afrouxar ainda mais as limitações quanto à duração e a periodização do processo biológico de produção (GOODMAN; SORJ; WILKINSON, 2008, p. 40-41).

Os pacotes tecnológicos trouxeram *a priori* bons resultados em termos de aumento da produção, notadamente a de grãos como soja, milho, trigo, mas também incorporou problemas expressivos relacionados as questões ambientais, a equidade social e estabilidade econômica (CONWAY; BARBIER, 1988). A discussão sobre o desafio da sustentabilidade na agricultura moderna está intrínseca ao conjunto de novas condicionantes que observam o papel da dimensão ambiental, social e econômica da agricultura na urgência de ações de sustentabilidade.

A dimensão ambiental propaga conjunturas que advertem um processo de consciência ambiental e equilíbrio no uso dos recursos naturais. Os pacotes tecnológicos da agricultura deram suporte para a ampliação de sistemas em monocultura, que são uma das principais causas de ameaça a biodiversidade com a expansão das fronteiras agrícolas sobre áreas de matas e florestas (ALTIERI, 2012). Dados do IBGE (2015) mostram que a agricultura e a pecuária foram as principais causas de desmatamento nos últimos 30 anos. Cerca de 65 % das áreas de florestas e matas foram substituídas por áreas de plantio de grãos e pecuária extensiva. A monocultura trouxe à tona um intenso desequilíbrio sobre recursos naturais, tanto pela simplificação da cobertura vegetal quanto pela intervenção negativa sobre as atividades físicas, químicas e biológicas do solo (ROMEIRO, 2007).

A simplificação de um agroecossistema remete a maior necessidade de fontes exógenas para garantir o equilíbrio e a produtividade. O cenário da simplificação dos agroecossistemas tem feito o Brasil ocupar, desde de 2008, o primeiro lugar no ranking de uso de agroquímicos no mundo. A evolução de 112 % no uso de agrotóxico por área plantada, entre os anos 2000 e 2012, (IBGE 2015) mostram o risco de contaminação direta e indireta que está inserido o Brasil.

O uso de agroquímicos, embora vise combater as infestações de pragas e elevar a produtividade das plantas, também são responsáveis por cerca de 70 % das contaminações de alimentos in natura (CARNEIRO et al., 2015). Segundo dados da ANVISA (2016), um terço dos alimentos consumidos pelos brasileiros apresentaram contaminação por agrotóxicos. A pesquisa ressaltou que 58 % dos alimentos investigados apresentavam resíduos de agrotóxicos, sendo que 1/3 destes apresentavam irregularidades, como uma quantidade acima do Limite Máximo de Resíduo (LMR) ou, ainda resquícios de um produto não autorizado para a cultura. Tais dados delineiam, além de um quadro inquietante de saúde pública, um questionamento científico acerca das incertezas dos limites de uso de dadas substâncias e suas consequências.

Um estudo ambiental realizado na Argentina identificou a presença de glifosato em águas lixiviadas de plantações de soja em concentrações entre 0,10 e 0,7 mg/L e em sedimentos e solos valores entre 0,5 e 5,0 mg/kg (PERUZZO et al., 2008). No Brasil, uma avaliação da concentração de nitrato (N-NO<sub>3</sub>-) em solos e águas subterrâneas e superficiais nas cinco regiões brasileiras mostraram a presença desta substância com valores acima do estabelecidos pelas agências ambientais da Europa e Estados Unidos em áreas de uso intensivo de agrotóxicos e fertilizantes nitrogenados (GOMES; BARIZON, 2014).

Pesquisas realizadas por Britto et al. (2015) e Esteves et al. (2015) mostram que o risco de contaminação dos agrotóxicos em águas superficiais e subterrâneas são potenciais, destacando a alta persistência no solo e na água dos princípios ativos cipermetrina, epoxiconazol, piraclostrobina e tiametoxam. O paraquate, glifosato, cipermetrina e 2,4-D apresentaram alto potencial de transporte por sedimentos, o que destaca o risco de contaminação de águas subterrâneas e consequentemente o aumento de danos ao meio ambiente.

As formas de manejo destes produtos pelos agricultores e sua destinação final também são alvos de alerta aos riscos. A destinação final dos agroquímico no ambiente depende, sobretudo, de suas propriedades físico-químicas e das características de solo onde será despejado os resíduos. Isto porque os resíduos dos agroquímicos, por meio do processo de lixiviação, escoamento superficial, sorção, degradação e volatilização, podem levar à contaminação hídrica dos lenções freáticos, rios e reservatórios (RABELO; CALDAS, 2014).

Neste sentido, pode-se afirmar que o processo de modernização e ampliação técnica da agricultura possibilitou a interação da tecnologia aos modos de produção, facilitando os interesses econômicos de produção, mas ao mesmo tempo, fomentou situações que direcionam para a precaução dos impactos sobre o ambiente e sociedade, estas favorecidas pela desigualdade de acesso as tecnologias.

Os agricultores menos favorecidos financeiramente e sem acesso a terrenos de melhor qualidade tendem a não se beneficiar das novas tecnologias (CONWAY; BARBIER, 1988). Isso explica em parte a relativa desigualdade proporcionada pela heterogeneidade espacial dos territórios rurais, em que a dificuldade de acesso é motivada pela não equidade social e econômica. A equidade social envolve o grau de abrangência e justiça com que os recursos são distribuídos e as oportunidades de emprego e serviços sociais que são oferecidas a população (UNITED NATIONS DIVISION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 2001).

A falta de equidade social traduz os principais problemas da dimensão social da sustentabilidade na agricultura e traz questionamentos bastante significativos sobre o processo de modernização tecnológica. A equidade social remete às ações de respeito à igualdade de direitos, com diminuição da pobreza em espaços rurais. A pobreza leva a formação de conflitos generalizados relacionados a insegurança dos meios de subsistência, desnutrição, analfabetismo, insegurança civil, superexploração de recursos e à degradação da terra (ABRAMOVAY, 2012).

Uma crítica social da Revolução Verde refere-se à influência da natureza excludente do capitalismo, sobretudo, na formação de políticas públicas e governamentais. Tradicionalmente, essas políticas foram direcionadas para as elites dominantes da esfera rural brasileira, definindo um modelo socialmente injusto de modernização tecnológica (MOREIRA, 2000). As marcas das desigualdades sociais no campo são refletidas como a concentração fundiária, a expropriação das terras de pequenos agricultores por falta de recursos financeiros para investimentos, dificuldades no acesso a saúde, educação e trabalho, dificuldades no acesso ao crédito.

Em relação aos aspectos econômicos, o processo de modernização agrícola e a difusão de suas tecnologias condicionou os interesses socioeconômicos para a busca do aumento de ganho de capital. O pacote tecnológico da Revolução Verde promoveu a elevação de custos e obrigou o agricultor a recorrer à busca por subsídios de crédito. A estratégia de ganho debruçou-se sobre a adesão de cadeias produtivas (ROMEIRO, 2007).

As cadeias produtivas podem ser consideradas como um conjunto de fases pelas quais os insumos passam por transformações até alcançar o mercado consumidor (CARVALHO; COSTA, 2013). Na agricultura, esta é cercada por uma série de etapas complexas em que estão envolvidos diversos atores coletivos, sociais e econômicos, como fornecedores, agricultores, processadores e mercado consumidor. Em geral, uma cadeia produtiva está centrada no atendimento de um determinado mercado consumidor, o que inclui um processo de especialização do produto agrícola. Essa especialização consiste na seleção e escolha de plantio de culturas com maiores perspectivas de lucro e sobre a qual concentra-se todo aparato tecnológico especializado (ROMEIRO, 2007). O que se destaca é que todo esse processo, em função das heterogeneidades espaciais, edafoclimáticas e de capital podem acarretar demasiados prejuízos econômicos em ocorrência de aspectos não controláveis do ambiente, sobretudo as intempéries do clima.



Neste sentido, o grande desafio do agricultor-produtor de alimentos continua sendo entender que não basta apenas produzir, é necessário superar todos os impactos e consequências difundidas pela cadeia produtiva (ASSAD; ALMEIDA, 2004). De tal modo, isto exige, além de profissionalização da atividade agrícola, um processo de conscientização quanto aos impactos sociais, econômicos e ambientais que podem limitar o sistema como um todo.

Entre outros fatores, a modernização da agricultura coloca em questão uma série de contradições, expectativas e incertezas sobre a sustentabilidade do atual modelo de desenvolvimento rural do país, principalmente para agricultores com menores estruturas sociais e econômicas em que a agricultura se apresenta como meio de subsistência. De maneira geral, o que se observa é que, embora o pacote tecnológico da Revolução Verde continue sendo considerado por algumas instituições como a opção tecnológica mais eficiente para o desenvolvimento rural, sua adoção impõe impactos aos recursos naturais e aos agricultores menos favorecidos financeiramente um processo de exclusão. Neste momento, passa então ser necessário repensar as conjecturas conservacionistas da agricultura moderna, bem como seu raio de atuação.

## **1.2 Desenvolvimento sustentável e suas perspectivas para a agricultura**

O conceito de desenvolvimento sustentável emergiu como uma nova proposta de relação sociedade-natureza. Trata-se de uma tentativa de ajustar a lógica de acumulação do sistema capitalista com o sistema ecológica (BECKER, 2000). O desenvolvimento sustentável traduz-se na conciliação dos interesses contraditórios do crescimento econômico e do desenvolvimento com o ritmo da natureza.

O crescimento econômico e o desenvolvimento são conceitos que respectivamente indicam a ideia de expansão da produção e consumo e uma forma de erradicar a pobreza. A divergência conceitual surge com a definição dos princípios de cada um, enquanto o crescimento econômico refere-se a princípios quantitativos, o desenvolvimento refere-se aos qualitativos (ILARI-ANTOINE et al., 2014). Os princípios quantitativos do crescimento econômico estão intrinsecamente ligados a esfera econômica, cuja prioridade está no aumento da produção e dos valores monetários de faturamento, bens e serviços. O crescimento econômico é medido principalmente pelo Produto Interno Bruto (PIB) e se refere as atividades econômicas existentes em uma localidade. Já o desenvolvimento prioriza as

disposições sociais e econômicas reestruturadas em aspectos de bem-estar social, medidos por indicadores de Educação e Saúde, por exemplo. O desenvolvimento evidencia o processo de industrialização, modernização social, uso de tecnologias e a redução da pobreza e da carência de oportunidades econômicas e de serviços públicos (SEN, 2012).

Apesar das divergências conceituais entre estes termos, é indiscutível que a maioria das sociedades atuais aspiram alcançar o desenvolvimento a partir do crescimento econômico. No entanto, as atuais diretrizes do crescimento econômico apresentam um choque de interesse com as questões ambientais e sociais, devido:

Em primeiro lugar, a ideia de crescimento incessante da produção e do consumo choca-se contra os limites que os ecossistemas impõem à expansão do aparato produtivo. O segundo problema é que a capacidade real de funcionamento da economia criar coesão social e contribuir de forma positiva para erradicar a pobreza tem sido, até aqui, muito limitada. (ABRAMOVAY, 2012, p.16).

Dentro da ideia de crescimento e desenvolvimento, o surgimento da crise ambiental, apontando os custos não contabilizados dos processos produtivos, traduz a emergência de uma nova economia que sinaliza para o fato dos recursos naturais não serem bens e serviços infinitos. Os questionamentos dos ideais de crescimento econômico sobre a natureza fizeram com que emergissem, a partir da crise ambiental, os fundamentos teóricos da visão do desenvolvimento sustentável (LEFF, 2006). A crise ambiental foi assinalada pelos efeitos deletérios da exploração descomedida dos recursos naturais não renováveis, marcadas pela contaminação e degradação do solo, da água, do ar e na imposição de riscos à saúde humana.

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu como resultado do esforço para encontrar um caminho viável àquelas que, de um lado, se opunham as ações desenvolvimentistas e, de outro, defensores do crescimento zero (ROMEIRO 2012). Para os defensores do crescimento zero o acelerado crescimento econômico levaria a catástrofes ambientais, como esgotamento dos recursos naturais e a poluição, e que estes problemas, provocariam uma brusca queda na qualidade de vida.

O desenvolvimento sustentável introduziu, entre outros aspectos, um despertar da consciência ecológica e a perspectiva de mudança de atitude quanto às formas de apropriação dos recursos naturais feitas pelas atividades econômicas. O termo desenvolvimento sustentável, como qualquer outro termo, não é capaz de desenvolver consciência, mas foi resultado desta consciência embasada nas contradições entre sociedade e meio ambiente do

final da década de 1960, década fortemente ligada aos efeitos dos avanços do processo modernizador sobre os recursos naturais (FOLADORI, 1999). A consciência ecológica correspondeu a uma preocupação ambiental legítima da crise ambiental (BECKER, 2000), sendo então, fruto da percepção da natureza como bem comum, cujo uso lhe deve atribuir responsabilidade.

A hipótese conciliadora do desenvolvimento sustentável se apoiou na ideia de que é possível manter o crescimento econômico sustentado no longo prazo, acompanhado da melhoria das condições sociais e do respeito ao meio ambiente (ROMEIRO 2012). Entretanto, melhoria das condições sociais e do respeito ao meio ambiente não resulta do crescimento econômico, e sim de um processo de desenvolvimento que eleve a condição de bem-estar social (distribuição de renda) e estimulem o aumento da eficiência ecológica.

A atribuição da perspectiva ecológica às diretrizes econômicas anexou a configuração de bem-estar ao contexto social. Nesta nova percepção, o aspecto ecológico apareceu como direcionamento para as atividades produtivas, sendo então, um critério normativo em que a ordem econômica pôde ser reestruturada pela condição de desenvolvimento e sobrevivência humana (LEFF, 2006). Como consequência, a necessidade de mudanças de atitudes traria de um lado a conservação dos recursos naturais com benefício a geração atual, bem como as gerações futuras, correspondendo a um processo de sincronia ética, o qual Veiga (2010) definiu como solidariedade ética entre as gerações. A solidariedade ética proposta no desenvolvimento sustentável estabelece a concepção de nova conduta homem-natureza com ações voltadas para conservação ambiental, melhoria da qualidade de vida da população e crescimento econômico com respeito a capacidade de suporte dos ecossistemas.

Nesta nova percepção, assume-se que o desenvolvimento sustentável representa um mecanismo de regulação ética no uso do território, em que a conduta comportamental do ser humano em relação a natureza é decorrente de um processo de conscientização ambiental. Consequentemente, o ser humano reconhece seu compromisso em conservar os recursos naturais vitais em diferentes escalas de atuação (global, regional e local).

A Segunda Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO – 92) promoveu uma das principais ações estratégicas de caráter global de implementação do desenvolvimento sustentável, a Agenda 21. A Agenda 21 Global constituiu um instrumento de planejamento que acordou, entre os países participantes, diretrizes para a “proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica”.

A agenda 21 significou um marco estratégico de aproximação entre política ambiental e política de desenvolvimento, com inovações nos modelos de gestão dos problemas ambientais (TRIGUEIRO; LEONARDO, 2012). No entanto, a implementação do modelo de gestão visa a elaboração e definição de propostas a nível nacional e local. No Brasil, a Agenda 21 Brasileira foi pensada como um processo de “planejamento participativo” com consulta a sociedade civil. O processo de planejamento ocorreu entre os anos de 1996 e 2002 e sua implementação no ano de 2003, sendo que a ação local da Agenda previa a atuação efetiva da esfera municipal. A Agenda 21 local trouxe como principal desafio a construção de instrumentos de gestão e planejamento do desenvolvimento sustentável com coparticipação (poder público e sociedade civil) em não se empregue os interesses individuais de ações isoladas, mas com o real envolvimento dos diferentes atores.

A participação da sociedade civil deve ser entendida como um processo contínuo de democratização da vida municipal e como meio fundamental de institucionalizar relações diretas, flexíveis e transparentes (JACOBI, 1999). O intuito geral é impedir ações políticas polarizadas e guiadas por interesses particularizados. As ações locais de desenvolvimento sustentável representam um papel central na articulação democrática de alternativas que busquem conciliar os interesses sociais, econômicos e ambientais nas políticas. Nas diretrizes da Agenda 21 local cabe ao poder municipal fomentar as políticas de gestão dos diferentes problemas ambientais, sejam de ordem rural ou urbana.

O desenvolvimento sustentável não se refere especificamente a um problema limitado de adequações ecológicas de um processo social, mas a uma estratégia ou modelo múltiplo para a sociedade, que deve levar em conta tanto uma viabilidade econômica quanto ecológica. Num sentido abrangente, a noção de desenvolvimento sustentável à necessária redefinição das relações sociedade humana - natureza e portanto, a uma mudança substancial do próprio processo civilizatório (JACOBI, 1999, p.42).

A preocupação com o desenvolvimento sustentável representa a possibilidade de garantir mudanças de atitudes sobre os problemas ambientais e sobre a eminência dos riscos que concentram as atividades econômicas. O desenvolvimento sustentável exige planejamento e reconhecimento de que os recursos naturais são finitos e que as atividades econômicas exercem intensos impactos sobre os recursos naturais. Para isto, é necessário o resgate histórico-cultural das formas de relacionamento dos seres humanos entre si, bem como de sua relação com o meio ambiente, a partir da redefinição do padrão social de bem-estar que se adeque aos limites da capacidade de suporte dos ecossistemas (ASSIS, 2006).

Em termos econômicos, o desenvolvimento sustentável resgata os critérios de sustentabilidade econômica. A sustentabilidade econômica traz a discussão de dois fundamentos normativos: o de sustentabilidade e o da economia. Juntos, estes podem ser interpretados a partir da ideia de eficiência no uso dos recursos naturais para atingir as metas de satisfação das necessidades individuais e básicas dos seres humanos, incluindo o ensejo de justiça em relação a natureza e as gerações futuras (BAUMGÄRTNER; QUAAS, 2010).

O desenvolvimento sustentável contribui com a multifuncionalidade das atividades exercidas sobre o território e com a prestação de serviços ambientais (ZAHN et al., 2008). Sua perspectiva deve atingir as diversas esferas da economia. Dentro da agricultura, sua definição propõe manter e prosperar sua existência a longo prazo, preservando o meio ambiente, a oferta qualitativa de trabalho e as melhores condições de vida (FERREIRA, 2008).

Nesta perspectiva, o desenvolvimento sustentável a nível local na atividade agrícola traz a ideia de agricultura sustentável. A agricultura sustentável repercute a inquietação de pesquisadores e instituições governamentais e não governamentais quanto aos impactos ambientais, sociais e econômicos gerados pela agricultura. Esta inquietação engloba a tentativa de inserir aos sistemas agrícolas uma agricultura que sustente os princípios ecológicos e que ao mesmo tempo proporcione viabilidade econômica e justiça social e humana a todos que dela necessitam (ZAHN et al., 2008).

A agricultura sustentável pode ser entendida pela manutenção do sistema ao longo do tempo, a qual está ligada a capacidade de adaptabilidade, diversidade, resiliência, equidade do sistema e interação entre as diferentes dimensões econômica, ambiental, social e cultural (DEPONTI, 2001). A agricultura sustentável possui um amplo leque de interesses e sua definição abrange desde a conservação e manejo (prevenção de erosão, manejo integrado de pragas, etc.) até perspectivas nacionais de segurança alimentar (BINDER; WIEK, 2006).

No campo ecológico, a perspectiva sustentável da agricultura propõe a minimização dos efeitos negativos da produção ao ambiente. Entre as ações para atingir este objetivo tem-se a baixa liberação de substâncias danosas no ambiente, a preservação da fertilidade do solo, ciclagem de nutrientes, valorização e conservação da diversidade biológica, uso racional da água de modo a satisfazer as necessidades hídricas do ambiente e das pessoas, mas com a manutenção de suas reservas (BIANCHINI, 2007). No campo sociocultural, a agricultura sustentável prioriza a valorização do saber local em todo o processo de desenvolvimento, equidade no acesso a tecnologias, valorização do potencial endógeno da comunidade, controle

local e democrático do meio ambiente. No campo econômico, por sua vez, preconiza a garantia de reprodução das populações locais com qualidade de vida semelhante às populações urbanas, e um sistema agroalimentar sustentável em todos os níveis (BIANCHINI, 2007).

A agricultura sustentável é um sistema que busca conservar a base do recurso e o conjunto amplo de valores da comunidade, consiste na capacidade de suprir a demanda em expansão com bens agrícolas cultivados em condições mais favoráveis, como rotação de culturas, aproveitamento de resíduos agrícola, adubos animais e verdes, e forma de maximização da atividade biológica (CAMINO; MULLER, 1993).

A produção agrícola sustentável busca um novo paradigma tecnológico que não agrida o meio ambiente (EHLERS, 1994). Um sistema que adeque o uso da terra as necessidades do ecossistema com tecnologias adequadas e que sejam socialmente aceitáveis e economicamente viáveis. Desse modo, entende-se o desenvolvimento de um sistema agrícola pautado na noção de sustentabilidade consiste também no entendimento de seu funcionamento, do funcionamento de seus elementos e na identificação de suas deficiências.

As alternativas de manejo agrícola sustentável, que permitem a minimização de danos ambientais, esbarram muitas vezes em interesses econômicos distintos e por isso, a sua implementação deve fazer parte de um projeto de construção de identidades sociais que integrem por meio didático o sentido de buscar melhorias sustentáveis no meio rural.

A agricultura familiar, como categoria social (WANDERLEY, 2001), representa essa identidade, e desde a década de 1990 vem sendo considerada por diversos pesquisadores como o *locus* ideal a inserção das práticas de desenvolvimento sustentável no campo e como caminho para ações de desenvolvimento rural (WANDERLEY, 2001; ABROMOVAY, 1992). Com isso, os direcionamentos de agricultura sustentável expressam a necessidade novos rumos para a reconstrução do desenvolvimento rural no país, rumos que devem considerar também suas formas sustentáveis, não somente em termos ambientais, mas sociais e econômicos.

No tocante a agricultura familiar é essencial que por meio da sustentabilidade local, os pequenos agricultores e seus familiares possuam cidadania, identidade social, étnica, e cultural, com base no processo de construção de vida (FLORES et al., 1998, p.81) e de relação com a atividade exercida. Desta forma, pensar sobre sistemas de produção agrícola é também discutir acerca dos aspectos existentes em sua estrutura e organização, considerando

a gama de elementos que compõem suas relações ecológicas, socioeconômicas, demográficas, políticas e culturais, observando a sustentabilidade das mesmas.

### **1.3 Agricultura familiar e Assentamentos rurais na perspectiva da agricultura sustentável em Simão Dias - SE**

A agricultura familiar é a atividade econômica exercida por agricultores familiares nos estabelecimentos rurais, e que atendam, simultaneamente, aos requisitos estabelecidos pela legislação que ressalta que o agricultor:

- I - não detenha, a qualquer título, área maior do que quatro módulos fiscais;
- II – utilize predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do estabelecimento ou empreendimento;
- III - tenha percentual mínimo da renda familiar originada do seu estabelecimento ou empreendimento, na forma definida pelo Poder Executivo;
- IV - dirija seu estabelecimento com a família (BRASIL, 2006)

Uma das diferenças entre agricultura familiar e patronal é a predominância do trabalho familiar sobre o assalariado (GUANZIROLI, 2001). Enquanto na agricultura familiar o trabalho é exercido e gerenciado pelos membros da família, a produção patronal caracteriza-se pela separação entre gestão e trabalho, com ênfase na especialização e em as práticas agrícolas padronizáveis centralizada no trabalho predominantemente assalariado (FAO/INCRA, 1994). A organização produtiva presente no sistema de produção familiar não está subordinada apenas aos interesses econômicos, mas também as necessidades da família. A direção dos trabalhos e a mão de obra empregada depende dos membros da família, que em sua maioria e na maior parte do tempo, estão ocupados com a terra.

Outra forma de classificação elencada na Lei 11.326/2006 é a delimitação de área em modulo fiscal conforme o índice básico de cada município. O módulo fiscal corresponde à área mínima necessária para que a exploração agrícola de uma propriedade rural seja economicamente viável. O modulo fiscal é expresso em hectare e foi instituído pela Lei nº 6.746/79 que estabelece a classificação fundiária do imóvel rural quanto à sua dimensão. Essa dimensão é fixada por município considerando o tipo de exploração predominante, a renda obtida nesta exploração, outras explorações existentes no município e o conceito de propriedade familiar estabelecido pelo Estatuto da Terra.

A delimitação do escopo da agricultura familiar no Brasil, pelo critério de área e relações de trabalho, serviu para evitar que propriedades imensas, mas geridas por famílias, pudessem fazer parte deste grupo de agricultores (GUANZIROLI et al., 2011). No município de Simão Dias – SE o módulo fiscal corresponde a 40 ha tendo sua agricultura baseada principalmente na produção familiar com cultivos de feijão, mandioca, abóbora e milho e a pecuária.

A classificação dos imóveis rurais em relação ao tamanho da área, adotada pelo INCRA considera como minifúndio o imóvel rural com área inferior a 1 (um) módulo fiscal, pequena propriedade como imóvel de área compreendida entre 1 (um) e 4 (quatro) módulos fiscais; como média propriedade o imóvel rural de área superior a 4 (quatro) e até 15 (quinze) módulos fiscais; e grande propriedade como o imóvel rural de área superior 15 (quinze) módulos fiscais (INCRA, 2019).

Por ser extremamente diversificada, a agricultura familiar brasileira inclui desde de minifúndios, em extrema pobreza, até propriedades com até quatro módulos fiscais com famílias inseridas em meios de produção de policultivos e/ou modernos e integrados ou não ao agronegócio. Estes agricultores se diferem tanto pelas variadas heranças culturais quanto pelas disponibilidades de recursos naturais, sociais e econômicos que podem fomentar potencialidades e restrições, em função das características locais que estejam inseridos (BUAINAIN, 2006).

Os produtores familiares evoluem conforme trajetórias diferentes resultantes da dinâmica das relações sociais, podendo passar de uma categoria social a outra, de acordo com a fluxo de acumulação de capital ou, ao contrário, de descapitalização (BUAINAIN; ROMEIRO, 2000). Neste sentido, a depender do nível de capital, os agricultores familiares podem estar em categorias socioeconômicas diferentes.

As assimetrias entre os padrões de cultivo, de subsistência e comercialização de excedentes presentes em cada família são influenciadas pela dinâmica local e pelas oportunidades e capacidades produtivas. A agricultura familiar apresenta diferentes níveis de desenvolvimento socioeconômico e diferentes lógicas de produção, reprodução e sobrevivência, como inserção no mercado, beneficiamento de produtos agrícolas e autoconsumo (GUANZIROLI et al., 2011).

A distinção dos produtores familiares torna-se importante para o entendimento local, e dessa forma, podem ocorrer, de acordo com Buainain e Romeiro, pelo menos três tipos diferentes:



- 1) os produtores familiares capitalizados, que puderam acumular algum capital em maquinário e terra e que dispõem de mais recursos para a produção;
- 2) os produtores familiares em capitalização, cujo nível de renda pode, em situações favoráveis, permitir alguma acumulação de capital; mas esta renda não garante nem segurança nem sustentabilidade para as unidades produtivas.
- 3) os produtores familiares em descapitalização, cujo nível de renda é insuficiente para assegurar a reprodução da unidade de produção e permanência da família (BUAINAIN; ROMEIRO, 2000, p. 2).

Essa divisão entre os tipos de agricultores familiares no meio rural brasileiro é herança de um modelo excludente de integração social e econômica no campo. Os avanços técnicos, sociais e econômicos atualmente predominantes sobre as formas familiares de produção com vistas ao desenvolvimento rural ancoraram-se principalmente, nos interesses políticos e econômicos que emergiram grupos de agricultores em detrimento de outros grupos, os menos capitalizados. Integrado ao grupo de agricultores familiares menos descapitalizados estão grupos de indivíduos historicamente marcados por processos de exclusão no campo e que hoje figuram como agentes sociais de luta política vinculados ao movimento sem-terra (MACHADO, CAUME, 2008).

Os assentamentos rurais são resultados dos movimentos de reforma agrária no Brasil. Eles representam a força das famílias com intrínsecas relações com a terra, seja por questões culturais ou históricas ou por questões de sobrevivência, e se distingue como um espaço de lutas, conquistas e de resistência (MOURA, 2006). Para Bergamasco e Norder (1996) os assentamentos rurais são a criação de novas unidades agrícolas de produção por meio de políticas, visando beneficiar trabalhadores rurais sem terra ou com pouca terra afim de incentivar a organização social no campo e criar condições de uso para terras improdutivas.

O assentamento rural consiste em um conjunto de unidades agrícolas, autônomas entre si, entregue pelo INCRA a uma família sem condições econômicas para adquirir e manter um imóvel rural por outras vias, acomodada onde originalmente existia um imóvel rural que pertencia a um único proprietário (INCRA, 2019). As famílias rurais ao receberem o lote comprometem-se a morar na parcela e a explorá-la para seu sustento, utilizando-se exclusivamente a mão de obra familiar (INCRA, 2019). A organização espacial do projeto de assentamento conta com infraestrutura básica assegurada pela União e dispositivos norteadores dos direitos e deveres entre o poder público e os beneficiários assentados.

A lógica de exploração agrícola nos assentamentos rurais baseia-se fundamentalmente na diversificação, entre cultivos ou cultivo e pecuária, modo que visa subsidiar a diversificação das rendas destas famílias e promover seu sustento a partir da terra. Influenciados pelas condições impostas pela estrutura agrícola regional muitos agricultores

assentados acabam integrando-se as conjecturas produtivas de sistemas de *commodities* agrícola em detrimento de uma agricultura familiar diversificada e voltada para comercialização local.

O cultivo milho em grãos em Sergipe, por exemplo, tem atraído agricultores de Projetos de assentamento rurais de Reforma Agrária para a produção com base na cadeia produtiva do agronegócio, que integra tecnologias e mercado. Isto tem modificado as características da produção familiar e acirrado as diferenças entre o modo produção dos Assentamentos na região Centro Oeste de Sergipe. A viabilidade de mecanismos que condicionam o processo de produção do milho em Sergipe tem mencionado questionamentos sobre a sustentabilidade destes sistemas e os desafios para que se possa inserir nestes sistemas as conjecturas da sustentabilidade.

O dinamismo relativo à produção de grãos de milhos em Assentamentos Rurais Oito de Outubro e 27 de Outubro em Simão Dias refere-se ao agronegócio. O agronegócio tem por base as relações capitalistas sobre a produção de alimentos a partir da capacidade de ação da técnica sobre a natureza, impulsionadas pela necessidade de produzir em larga escala, com maiores eficiências e menores perdas.

O termo agronegócio foi utilizado para designar o processo de integração horizontal das diferentes etapas da produção e o uso de tecnologias modernas na escala agropecuária, ganhando legitimidade no Brasil com a Associação Brasileira de Agribusiness (ABAG) formada por entidades patronais do setor agrário e agroindustrial (SAUER, 2008).

O agronegócio pode ser entendido como o gerenciamento de um negócio que envolve muito mais que uma planta industrial ou um conjunto de unidades agrícolas (HEREDIA, 2010), ele faz parte da circulação de um capital operado pelo mercado globalizado, como explica Costa Silva:

O movimento espacial do capital globalizado ganhou relevante expressão econômica e política a partir da década de 1990, quando a liberalização da economia brasileira abriu os caminhos para a transformação agrícola em todas as regiões, com significativos avanços nos cerrados e no bioma amazônico. Esses movimentos foram sistematizados no conceito de agronegócio, termo que expressa as relações dos diversos setores da economia sob a mobilização do produto agrícola operado pelos capitais agropecuário, industrial e bancário. Designa, portanto, a aproximação entre a agricultura e indústria ao trabalhar todos os momentos da produção e da circulação da mercadoria, com impactos nas dinâmicas sociais e territoriais agrárias e urbanas, principalmente em função da valorização e incorporação de terras à produção do agronegócio (COSTA SILVA, 2014, p. 299).

No sistema de produção agrícolas gerenciados pelo sistema do agronegócio, o agricultor não tem o controle do processo, pois este é controlado pelo próprio agronegócio, impondo uma condição de subordinação e dependência em relação ao sistema, ditando a escolha do que produzir, como produzir, para quem produzir e quando comercializar a produção (KARNOPP; OLIVEIRA, 2012).

Um dos principais interesses socioeconômicos do agronegócio é a simplificação do sistema produtivo, com objetivo de facilitar a organização, o controle do processo de trabalho e o aumento do ganho através de um cultivo que ofereça maiores perspectivas de lucro (ROMIERO, 2007). Abordando assim, vastas extensões de terras cultivadas segundo os interesses do mercado global.

O agronegócio se caracteriza pela produção baseada em monocultura, especialmente de produtos cujos valores são ditados pelas regras do mercado internacional, pela utilização intensiva de insumos químicos e de máquinas agrícolas, pela adoção de pacotes tecnológicos, pela padronização e uniformização dos sistemas produtivos e pela consolidação de empresas agroindustriais (SANTILLI, 2009). Essas empresas integram a cadeia a partir do fornecimento de insumos para a produção rural e da compra dos produtos agropecuários produzidos.

Atualmente, as áreas de terras direcionadas ao agronegócio vão além das áreas capitalizadas ou modernizadas do Sul e Centro-sul do Brasil (HEREDIA, 2010). Cada vez mais, incluem-se áreas que até pouco tempo eram consideradas tradicionais, exemplificando um processo de expansão do agronegócio sobre diferentes categorias sociais e sobre o meio ambiente, sendo as chamadas novas fronteiras agrícolas. As novas fronteiras agrícolas são representadas especialmente pelos pequenos agricultores familiares, que se abriram às modificações técnicas impostas pelo avanço do sistema de produção tecnológico e do agronegócio.

A expansão do agronegócio em sistemas familiares pode produzir cenários sociais, econômicos e ambientais distintos. Em primeiro lugar, cenários de inclusão social e econômica aos agricultores que conseguem atender as exigências técnicas de um sistema agrícola em monocultura. Em segundo, cenários de exclusão social e econômica aos que não conseguem adequar-se a tais exigências técnicas do agronegócio, tendo que arrendar ou vender suas terras. Além disso, produz-se um cenário de intensificação de uso dos recursos naturais que tem como consequência um processo de degradação ambiental, em que a monocultura prevalece sobre as práticas agrícolas de rotação de culturas e incentivo a biodiversidade (ZIMMERMANN, 2009).

Em Sergipe, o condicionamento da unidade de produção familiar ao agronegócio se estabeleceu especialmente no Centro-sul do estado com a produção de laranja, concentrada em pequenas propriedades nos municípios de Lagarto, Boquim e Salgado, e na região da Grande Aracaju, Leste Sergipano e Baixo São Francisco com o agronegócio da cana de açúcar (CONCEIÇÃO, 2011). Em 2007 a expansão do agronegócio no estado aconteceu pelo incentivo ao cultivo do milho para a produção de grãos. O cultivo de milho fez parte do programa do governo de ampliação a cadeia produtiva sob o modelo de agronegócio que estendeu sob o território da região Centro-Oeste de Sergipe (OLIVEIRA, 2011).

O Plano Estratégico do Governo de Sergipe de 2007-2010 teve como foco a inserção de agricultores familiares em cadeias produtivas do agronegócio com vistas a inserção dos mesmos no mercado e na obtenção de maiores perspectivas de rentabilidade e de sustentabilidade. A integração entre esforços públicos e privados fez com centro oeste sergipano se distinguisse do panorama regional, como uma ilha de eficiência na produção de milho em meio a um ambiente até então considerado de baixo potencial agrícola, no qual prevalecia a produção de feijão.

Em contrapartida todo esse processo veio acompanhado de um maior uso de insumos químicos, sementes geneticamente modificadas, do risco de contaminação ambiental e do aumento dos custos produtivos. Pesquisas realizadas nas áreas de cultivo de milho em Sergipe mostraram o processo de transformação deste território e toda influência dos pacotes tecnológicos e do agronegócio no sistema de produção desta cultura, assim como, os efeitos das intempéries do clima típicas desta região (CUNHA, 2015; OLIVEIRA, 2014; SILVA, 2014; SANTOS, 2012; ALMEIDA, 2006).

Um dos aspectos do processo de expansão do milho no Agreste sergipano foi a adesão dos agricultores ao milho transgênico. A utilização de sementes transgênicas é parte dos interesses econômicos e ideológicos do capital, que guiaram as estratégias de desenvolvimento rural do Estado de Sergipe (CUNHA, 2015). O uso de sementes transgênicas pelos agricultores foi a tecnologia que mais contribuiu com a garantia da safra nesta região, sendo utilizada em mais de 90% dos sistemas de produção (SANTOS, 2012).

A semente de milho transgênica passou a ser a opção dos agricultores contra as pragas da lavoura, em especial a lagarta-do-cartucho. No entanto, essa tecnologia aumentou os custos da produção, sentidos principalmente entre os pequenos produtores, e motivou o uso intensivo de agrotóxicos associados a variação genética da semente que apresentam plantas com resistência a compostos químicos como glifosato.

Em condições locais, a adesão a agricultura tecnológica do milho sob sistema de agropecuária disseminou uma série de consequências socioeconômicas e ambientais no campo. No município de Pinhão, o cultivo do milho em sistema de *commodities* instigou a redução da mão de obra rural pelo emprego intensivo da mecanização, a expropriação do agricultor camponês, o êxodo rural, a monopolização da produção e a degradação ambiental pelo uso intensivo de agroquímicos (OLIVEIRA, 2014). Tais consequências foram sentidas principalmente pelos pequenos agricultores que sem condições de manter-se no mercado produtivo, arrendam suas terras a outros produtores.

No município de Simão Dias, o cultivo do milho promoveu a modernização da agricultura obedecendo as modificações tecnológicas impostas pelo agropecuário, mas exigiu um maior gerenciamento das etapas de produção a fim de evitar as perdas com a safra em função de possíveis intempéries climáticas (SILVA, 2014). A deficiência hídrica no município de Simão Dias é registrada nos meses de Setembro a Abril, o que em ocorrências atípicas podem interferir no ciclo reprodutivo do milho e ocasionar perdas ou diminuição da produtividade.

Neste sentido, a produção agrícola de milho tem cada vez mais expressado o processo de apropriação tecnológica e avanço da cadeia produtiva liderada pelo agropecuário. Embora esses pacotes tecnológicos tenham possibilitado essa introdução da cadeia produtiva do milho em grãos, essa é exigente em insumos para atender a demanda de produção, aumentando os custos financeiros.

## REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, Ricardo. **Muito além da economia verde**. São Paulo: Ed. Abril, 2012.

ABRAMOVAY, Ricardo. **Paradigmas do capitalismo agrário em questão**. São Paulo: HUCITEC, 1992.

ALMEIDA, R. N. Organizações sociais numa proposta de sustentabilidade em assentamentos. 2006. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2006.

ALTIERI, Miguel. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. ed. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão Popular, AS-PTA, 2012.

ANTOINE, E.; BONNEAU, M.; KLAUKE, T. N.; GONZÁLEZ, J. et al. Evaluation of the sustainability of contrasted pig farming systems: economy. **Revista Animal**, n. 12 v.8, p. 2047-2057, 2014. Doi:10.1017/S1751731114002158

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Relatório das análises de amostras monitoradas no período de 2013 a 2015**. Brasília, 2016

ASSIS, R. Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia. **Economia Aplicada**, n. 10, v.1, p. 75-89, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1413-80502006000100005>

BAUMGÄRTNER, Stefan. QUAAS, Martin. What is sustainability economics? **Ecological Economics** n.69, v.3, p. 445-450, 2010 (doi:10.1016/j.ecolecon.2009.11.019)

BANCO CENTRAL DO BRASIL - BCB. Programa de Garantia da Atividade Agropecuária PROAGRO: Relatório Circunstanciado 2014 a 2017.

BECKER, B. K. A geopolítica na virada do milênio: logística e desenvolvimento sustentável. In: CASTRO, I. E. GOMES, P. C. C. CORRÊA, R. L. **Geografia: conceitos e temas**.2. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

BERGAMASCO, S.M.P.; NORDER, L.A.C. **O que são assentamentos rurais**. São Paulo: Brasiliense, 1996, 87p.

BERTRAND, C.; BERTRAND, G. **Uma Geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Messias Modesto dos Passos (Org.) Maringá: Editora Massoni, 2009.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973.

BIANCHINI, Valter. **O universo da agricultura familiar e sua contribuição ao desenvolvimento rural**. Brasília: Embrapa, 2007. Disponível em: [portal.mda.gov.br/o/1635657](http://portal.mda.gov.br/o/1635657) Acesso em: 01 junho 2016.

BINDER, Claudia. WIEK, Arnim. Solution spaces for decision-making—a sustainability assessment tool for city-regions. **Environmental Impact Assessment Review**, n. 25, 2006, p. 589– 608. Doi:10.1016/j.eiar.2004.09.009

BRASIL. Lei 11326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Brasília, DF, 2006. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm) Acesso em 08 fev.2019.

BRASIL. Resolução 4.107 de 28 de junho de 2012. Altera as disposições do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), Brasília, DF, 2012. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/htms/normativ/RESOLUCAO4107.pdf> Acesso em 08 fev. 2019

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2012/2013 a 2022/2023**. Assessoria de Gestão Estratégica, Brasília: Mapa/ACS, 2013.

BRITTO, F. B.; SILVA, T. M. M.; VASCO, A. N.; AGUIAR NETTO, A. O.; CARVALHO, C. M. Avaliação do risco de contaminação hídrica por agrotóxicos no Perímetro Irrigado Betume no Baixo Rio São Francisco. **Revista Brasileira Agricultura Irrigada**, Fortaleza, CE, v. 9, n.3, p. 158 - 170, Mai - Jun, 2015.

BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M.; NAVARRO, Z. Sete teses sobre o mundo rural brasileiro. In: BUAINAIN, A., ALVES, E.; SILVEIRA, J.M., NAVARRO, Z. **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**, Embrapa: Brasília, DF, 2014, p. 1159-1181.

BUAINAIN, Antônio Márcio. **Agricultura familiar, agroecologia e desenvolvimento sustentável: questões para debate**. Brasília:IICA,2006, 136p.

BUAINAIN, Antônio Márcio. ROMEIRO, Ademar. A agricultura familiar no Brasil: agricultura familiar e sistemas de produção. FAO/INCRA PROJETO:UTF/BRA/051/BRA, BRASIL,2000.

CAMINO, V.R.; MULLER, S. **Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales: bases para establecer indicadores**. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura, Proyecto IICA/GTZ, 1993. 134 p.

CAPRA, Fritjof. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. São Paulo: Cultrix, 1996.

CARNEIRO, Fernando Ferreira. AUGUSTO, Lia Giraldo da Silva. RIGOTTO, Raquel Maria. FRIEDRICH, Karen. BÚRIGO, André Campos. (Org.) Dossiê ABRASCO: Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. EPSJV-São Paulo: Expressão Popular, 2015

CARVALHO, Diana Mendonça de. COSTA, José Eloízio da; Cadeia produtiva e comercialização agrícola no brasil. Edição Especial dos 30 anos do NPGE. **GEONORDESTE**, Ano XXIV, n.2, 2013.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

CONCEIÇÃO, Alexandrina Luz. A expansão do Agronegócio no campo de Sergipe. Revista **GEONORDESTE**, Ano XXII, n.2, 2011.

CONWAY, Gordon R. Agroecosystem Analysis. London SW7 ILU: Imperial College of Science and Technology, 1983. Disponível em: [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/pnaas100.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnaas100.pdf)

CONWAY, G. R. .BARBIE, E. B. After the Green Revolution: Sustainable and equitable agricultural development. **Futures**, n.6, v. 20, p. 651-670, dez. 1988.

[https://doi.org/10.1016/0016-3287\(88\)90006-7](https://doi.org/10.1016/0016-3287(88)90006-7) Disponível em: [https://ac.els-cdn.com/0016328788900067/1-s2.0-0016328788900067-main.pdf?\\_tid=dee51829-9f6e-46e3-982c-dc649827acf3&acdnat=1542654907\\_ff462ec8386b5fb37eec637ead7856aa](https://ac.els-cdn.com/0016328788900067/1-s2.0-0016328788900067-main.pdf?_tid=dee51829-9f6e-46e3-982c-dc649827acf3&acdnat=1542654907_ff462ec8386b5fb37eec637ead7856aa)

Acesso em: 19 nov. 2018

COSTA SILVA, R. G. A regionalização do agronegócio da soja em Rondônia. **GEOUSP: Espaço e Tempo**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 298-312, 2014. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/84534> Acesso em: 8 de jun. 2016.

CUNHA, J. S. **O agronegócio do milho transgênico no oeste sergipano**. 2015. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2015.

DELGADO, Guilherme da Costa. **Capital Financeiro e Agricultura no Brasil, 1965-1985**. São Paulo, Campinas: Editora: Ícone /Editora da Unicamp, 1985.

DEPONTI, Cidonea Machado. **Indicadores para avaliação da sustentabilidade em contextos de desenvolvimento rural local**. Monografia. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, novembro 2001.

ELHERS, Eduardo Mazzaferro. **O que se entende por agricultura sustentável?** Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

FAO/INCRA. Diretrizes de política agrária e desenvolvimento sustentável. Brasília, DF, 1994. 24 p. Versão resumida do relatório final do Projeto UFT/BRA/036.

FLORES, M.X.; MACEDO, M. M. C.; ROSA, S. L.C. Agricultura familiar e reforma agrária: contradições e desenvolvimento. In. MOTA, Dalva Maria da. ET AL. **Agricultura familiar: desafios para a sustentabilidade**. Coletânea. Aracaju: Embrapa – CPATC, SDR/MA, 1998.

FOLADORI, Guilherme. **As bases do comportamento humano e o ambiente**. In: Limites do desenvolvimento sustentável. Campinas: Editora da Unicamp, 2001.

FOLADORI, G. El desarrollo sustentable: teoría, método y dificultades intrínsecas. **RAEGA**, Curitiba, v. n.3, p. 47-66, 1999. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/18224/11821> Acesso em: 05 out. 2018

FREDERICO, S. Território e cafeicultura no Brasil: uma proposta de periodização. **Geusp – Espaço e Tempo (Online)**, v. 21, n. 1, p.73-101, abril. 2017. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/98588> Doi: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2017.98588. Acesso em: 14 out. 2018.

GARCIA, Junior Ruiz. Trabalho rural Tendências em face das transformações em curso. In: BUAINAIN, A., ALVES, E.; SILVEIRA, J.M., NAVARRO, Z. **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**, Embrapa: Brasília, DF, 2014

GRAZIANO DA SILVA, José. **Progresso Técnico e Relações de Trabalho na Agricultura**. São Paulo: Editora Hucitec, 1981.

GRAZIANO DA SILVA, José. **O que é questão agrária**. São Paulo: Brasiliense, 2001.

GOMES, M. A. F.; BARIZON, R. R. M. Panorama da contaminação ambiental por agrotóxicos e nitrato de origem agrícola no Brasil: cenário 1992/2011. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2014. 35 p.



GOODMAN, D.; SORJ, B.; WILKINSON, J. Da lavoura às biotecnologias: agricultura e indústria no sistema internacional. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2008. 204 p. ISBN: 978-85-9966-229-8. Scielo Books. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/zyp2j/pdf/goodman-9788599662298.pdf>

GUANZIROLI, Carlos Enrique. SABBATO, Alberto Di. VIDAL, Maria de Fátima. **Agricultura familiar no Nordeste uma análise comparativa entre dois censos agropecuários**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2011.

GUANZIROLI, Carlos Enrique; ROMEIRO, A.; BUAINAIN, A.M.; SABBATO, Alberto Di; BITTENCOURT, G. **Desenvolvimento com equidade e agricultura familiar**. In: GUANZIROLI, Carlos Enrique. Agricultura Familiar e Reforma Agrária no século XXI. Rio de Janeiro: Garamond, p.15-26, 2001.

GONÇALVES, J. S. VICENTE, J. R. SOUZA, S. A. M. Balança comercial dos agronegócios paulista e brasileiro no ano de 2007. São Paulo: IEA/APTA, jan. 2008. Disponível em: [www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/comex/bc-fim2008.pdf](http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/comex/bc-fim2008.pdf)

HEREDIA, Beatriz. Et al. Sociedade e economia do agronegócio no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências**, v. 25, n. 74, p. 159-196, Out. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcsoc/v25n74/a10v2574.pdf> Acesso em: 27 de janeiro de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017- Resultados preliminares**. Disponível em: [https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/index.html](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html) Acesso em: 06 dez. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em <http://cod.ibge.gov.br/LWNB> Acesso em: 06 dez. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Projeto Levantamento e Classificação do Uso da Terra: uso da Terra no Estado de Sergipe**. Relatório Técnico, Rio de Janeiro, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção agrícola municipal**. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/839#resultado> Acesso em: 06 dez. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). **Assentamentos Rurais**. Disponível em: <http://incra.gov.br/assentamento#afooter> Acesso em: 05 fev. 2019

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). **Tamanho das propriedades rurais**. Disponível em: <http://incra.gov.br/tamanho-propriedades-rurais> Acesso em: 05 fev. 2019  
JACOBI, Pedro. Poder local, políticas sociais e sustentabilidade. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v.8 n.1, p. 31-48, jan./fev. 1999. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-12901999000100004> Acesso em: 14 dez. 2018.

KAGEYAMA, A. Os rurais e os agricultores de São Paulo no Censo de 2000. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v.20 n.3 p. 413-451, set./dez. 2003.

KARNOPP, E.; OLIVEIRA, V.S. Agronegócio e agricultura familiar: reflexões sobre sistemas produtivos do espaço agrário brasileiro. **REDES - Rev. Des. Regional**, Santa Cruz do Sul, v. 17, n. 2, p. 215 - 228, mai/ago, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17058/redes.v17i2.2712> Acesso em: 10 de Outubro de 2016.

LEFF, Enrique. **Racionalidade ambiental**: a reapropriação social da natureza. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. (trad.). Petropolis, RJ: Vozes, 2001.

MACHADO, A. G.; CAUME, D.J.; Multifuncionalidade e pluriatividade como alternativas de desenvolvimento da agricultura familiar no Brasil. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Rio Branco, jul. 2008.

MATTEI, Lauro. Considerações acerca de teses recentes sobre o mundo rural brasileiro. **Revista Econômica e Sociologia Rural**, Brasília, v.52 supl.1, 2014. ISSN 0103-2003. Disponível em: [www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-20032014000600006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032014000600006). Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032014000600006>

MILLER JR, G. T. **Ciência Ambiental**.11.Ed. Norte Americana: Cengage Learning, 2007.

MINAYO, M.C. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. In: MINAYO, M.C.; DESLANDES, S. F.; CRUZ NETO, O.; GOMES, R. **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. 21.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

MORAIS, M. O. **O café do Cerrado em Patrocínio (MG)**: um exemplo do processo de modernização da agricultura brasileira. 2006. Dissertação (Mestrado em geografia) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2006.

MOREIRA, Roberto José. Críticas ambientalistas à Revolução Verde. **Revista Estudos Sociedade e Agricultura**. p.39-52. 15.out.2000. Disponível em:

MORIN, Edgar, 1921. **Ciência com consciência** / Tradução Maria Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. - Ed. revista e modificada pelo autor – 8. ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

MOURA, I. F. **Assentamentos rurais: agregação de valor e comercialização: o caso do Assentamento Santa Maria Paracity – PR**. 2006. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente) – Universidade Estadual de Campinas - Instituto de Economia, Campinas, São Paulo, 2006.

NAVARRO, Zander. Por que não houve (e nunca haverá) reforma agrária no Brasil? In: BUAINAIN, A.; ALVES, E.; SILVEIRA, J.M.; NAVARRO, Z. **O mundo rural no Brasil do século 21**: a formação de um novo padrão agrário e agrícola, Embrapa: Brasília, DF, 2014, p. 695-723.

PERUZZO, P.; PORTA, A.; RONCO, A. Levels of glyphosate in surface waters, sediments and soils associated with direct sowing soybean cultivation in north pampasic region of Argentina. **Environmental Pollution**, v. 156, n. 1, p. 61-66, 2008.

PINTÉR, László. A Strategic Approach to Influencing Agricultural Policy and Practice through Measurement. In.: HÄNI, F. J.; PINTÉR, L.; HERREN, H. R. Sustainable Agriculture – From Common Principles to Common Practice. **International Institute for Sustainable Development**. Bern, Switzerland, n. 16, mar. 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/289380134>

PRETTY, Jules. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. **Philosophical Transactions of Royal Society B** 363, p. 447–465, 2007. doi:10.1098/rstb.2007.2163

REBELO, R. M.; CALDAS, E. D. Avaliação de risco ambiental de Ambientes Aquáticos afetados pelo uso de agrotóxicos. **Química Nova**, v. 37, n. 7, p. 1199-1208, 2014 Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/0100-4042.20140165> Acesso em: 14 out. 2018.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Perspectivas para Políticas Agroambientais. In: RAMOS, Pedro (org.) **Dimensões do agronegócio brasileiro: políticas, instituições e perspectivas**. Brasília: MDA, 2007.

SANTILLI, J. **Agrobiodiversidade e direitos dos agricultores**. São Paulo: Peirópolis, 2009.

SANTOS, C. **Níveis tecnológicos dos agroecossistemas do milho no estado de Sergipe**. 2012. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2012.

SAUER, Sergio. **Agricultura familiar vesus agronegócio: a dinâmica sociopolítica do campo brasileiro**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

SEN, Amartya. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2010

SERVIÇO INTERNACIONAL PARA AQUISIÇÃO DE APLICAÇÕES EM BIOTECNOLOGIA (ISAAA). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017: Biotech Crop Adoption Surges as Economic Benefits Accumulate in 22 Years. Ithaca, NY: ISAAA Brief, n. 53, 2017. Disponível em: <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/53/download/isaaa-brief-53-2017.pdf>. Acesso em: 06 dez. 2018.

SILVA, G. N. **O cultivo intensivo do milho: consequências nos aspectos ambientais e técnicos na região centro-oeste de Sergipe**. 2014. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014

SILVA NETO, Benedito. A agronomia e o desenvolvimento sustentável: por uma ciência da complexidade. In: **Desenvolvimento em Questão: Revista do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento**, Ijuí, ano 7, n. 13 Jan/jun. 2009.

TRIGUEIRO, A.; Leonardo, F. A. M. Política ambiental e agenda 21 da cidade de Vitória: algumas reflexões críticas. **Revista VITAS – Visões Transdisciplinares sobre Ambiente e Sociedade**, Niterói, RJ, n.02, jan. 2012. Disponível em: [www.uff.br/revistavitas](http://www.uff.br/revistavitas) Acesso em: 10 jan. 2019.

TRIVIÑOS, A.N.S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. 1.ed. São Paulo, Atlas, 2017.

UNITED NATIONS DIVISION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, **Report on the Aggregation of Indicators for Sustainable Development**: Background Paper No. 2, New York, Commission on Sustainable Development, Nine Session, April 2001.

VAN DER PLOEG, J.D. et al. Rural development: from practices and policies towards theory. **Sociologia Ruralis**, Oxford, UK, v.40 n.4, p. 391-408, out. 2000

VEIGA, José Eli da. Agricultura familiar e sustentabilidade. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília: v.13, n.3, p.383-404, 1996.

VEIGA, José Eli da. Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI. Rio de Janeiro: Garamound, 2010.

VEYRET, Yvette. **Riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Ed. Contexto. 2013, 319p.

VICENTE, Luiz Eduardo. PEREZ FILHO, Archimedes. **Abordagem sistêmica e geografia**. Geografia, Rio Claro, v. 28, n. 3, p. 323-344, set/dez. 2003.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. Transformação histórica e padrões tecnológicos da agricultura brasileira. In: BUAINAIN, A., ALVES, E.; SILVEIRA, J.M., NAVARRO, Z. **O mundo rural no Brasil do século 21**: a formação de um novo padrão agrário e agrícola, Embrapa: Brasília, DF, 2014.

WANDERLEY, M. N. B. Raízes históricas do campesinato brasileiro. In. TEDESCO, João Carlos. (Org.) **Agricultura familiar: realidades e perspectivas**. 3 ed. Passo Fundo: UPF, 2001.

ZAHM, F. VIAUX, P. VILAIN, L. GIRARDIN, P. MOUCHET, C. Farm Sustainability Assessment using the IDEA Method: From the concept of farm sustainability to case studies on French farms. **Sustainable Development**, v. 16, n. 4, p. 271-281, July/August 2008. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sd.380/epdf>

ZIMMERMANN, C. L. Monocultura e transgenia: impactos ambientais e insegurança alimentar. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v.6, n.12 p.79-100, Jul./Dez. 2009

## **Capítulo II:**

ANÁLISE COMPARATIVA DE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA  
SUSTENTABILIDADE EM AGROECOSSISTEMAS COM BASE EM  
INDICADORES

## **Análise comparativa de métodos de avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas com base em indicadores**

### **Resumo**

Este artigo tem por objetivo analisar comparativamente três métodos de avaliação da sustentabilidade de sistemas agrícolas, sendo eles o Indicadores de Sustentabilidade de Explorações Agrícolas (IDEA), Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural (APOIA Novo-Rural) e Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA). Para comparação entre os métodos, foram utilizados dois critérios metodológicos: o primeiro, relacionado a distribuição dos indicadores de sustentabilidade em categorias (Operação do sistema endógeno, Recursos endógenos, Operação de sistemas exógenos e Recursos exógenos) e elementos (aspectos técnicos, socioeconômicos, recursos naturais e culturais) e; o segundo a partir das abordagens conceituais de cada método que envolvem: o conceito de sustentabilidade; objetivo e público-alvo; adoção da abordagem sistêmica; nível de participação de *stakeholders*; nível de adequação e flexibilidade do método em diferentes realidades. Como resultado, observou-se que o conjunto de indicadores de cada método, embora quantitativamente diferentes, contemplam a diversidade de elementos que envolvem os sistemas agrícola. O método IDEA concentra seus indicadores na categoria Operação do sistema endógeno, enquanto o APOIA Novo-Rural e ISA concentra seus indicadores na categoria Recursos endógenos. O IDEA direciona a avaliação para a conscientização dos processos ambientais que circundam a atividade agrícola na propriedade. No APOIA Novo rural e no ISA, a prática reflexiva é fomentada a partir dos impactos sobre o meio ambiente, sendo passível de ações de extensão para melhorias. A principal diferença apresentada entre os métodos é a avaliação integrativa dos indicadores, bem como os *trade-off*.

Palavras-chave: APOIA Novo-Rural. IDEA. ISA. Sustentabilidade agrícola. Indicadores de sustentabilidade.

### **Abstract**

This article aims to comparatively analyze three methods of evaluating the sustainability of agricultural systems, such as the *Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles* (IDEA), the Weighted Assessment of Environmental Impact of New Rural Activities (APOIA Novo-Rural), and the Agroecosystem Sustainability Indicators (ISA). Two criteria were used for the comparison of the methods. The first one is related to the distribution of sustainability indicators into categories (Endogenous System Operation, Endogenous Resources, Exogenous Systems Operation, and Exogenous Resources) and elements (technical, socioeconomic, resources natural and cultural). The second one involves the conceptual approaches of each method towards the concept of sustainability, objective and target audience, adoption of the systemic approach, level of stakeholder participation, level of adequacy, and flexibility of the method in different realities. As a result, it was observed that the indicators set of each method, although quantitatively different, consider the diversity of elements that involve the agricultural systems. The IDEA method concentrates its indicators on the Endogenous System Operation category, while the APOIA Novo-Rural and the ISA methods concentrate their indicators on the Endogenous Resources category. The IDEA method directs the assessment to the awareness of the environmental processes that surround the agricultural activity in the property. On the other hand, in the APOIA Novo-Rural and the ISA methods, the reflective practice is fostered from impacts on the environment and it is amenable to extension actions for improvement. The main difference presented among the methods is the integrative evaluation of the indicators as well as trade-offs involved.

**Keywords:** APOIA Novo-Rural methods. Agricultural sustainability. IDEA methods. Indicators of sustainability. ISA methods.

## 2.1 Introdução

Nas duas últimas décadas surgiram em todo o mundo diferentes métodos de avaliação da sustentabilidade em sistemas agrícolas. Estes métodos tem sido fruto do interesse de órgãos institucionais, gestores, pesquisadores em oferecer novas perspectivas de planejamento e ações políticas para a implantação de sistemas agrícolas sustentáveis.

A agricultura sustentável é uma perspectiva de superação das práticas impactantes da agricultura proposta pela Revolução Verde. Trata-se da incumbência de harmonizar a relação conflituosa entre produção de alimentos, lucro e impactos socioambientais. A avaliação da sustentabilidade na agricultura representa o esforço de pesquisadores em desenvolver ferramentas que possam medir os impactos dos sistemas agrícolas sobre o meio ambiente e seus reflexos sociais e econômicos.

A avaliação da sustentabilidade desempenha papel fundamental no planejamento e no desenvolvimento de políticas públicas, na medida em que cumpre a função de analisar, comunicar e proporcionar auxílio à tomada de decisão (BELLEN, 2004) tanto para os agricultores e gestores.

Entre as inúmeras iniciativas desenvolvidas para avaliar a sustentabilidade em sistemas agrícolas, destacam-se alguns métodos como: os Indicadores de Sustentabilidade de Explorações Agrícolas – IDEA (VILAIN, 2008); o Indicador de Práticas agrícolas sustentáveis - ISAP (RIGBY et al., 2001); a Avaliação de sustentabilidade resposta-induzida - RISE (HÄNI et al., 2003); Estrutura para a avaliação de manejo de terras sustentáveis - FESLM (SMYTH; DUMANSKI, 1993); Estrutura metodológica multiescala – MMF (LOPEZ-RIDAURA, 2005); a Avaliação da Sustentabilidade da Agricultura e do Meio Ambiente - SAFE (BELGIAN PUBLIC PLANNING SERVICE SCIENCE SUPPORT, 2003, VAN CAUWENBERGH et al., 2007), entre outras). No Brasil, destacam-se: a Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural - APOIA Novo-Rural (RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2009); Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas – ISA (FERREIRA et al., 2012).

A escolha de um método de avaliação deve se adequar ao objetivo do que se pretende observar, sendo necessário que o método seja sensível às peculiaridades da realidade local

estudada e que seja de fácil validação e interpretação. A diversidade existente de métodos de avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas demonstra as diferentes perspectivas do desenvolvimento sustentável para a agricultura, bem como a tentativa de desenvolver métodos capazes de descrever a realidade estudada. Ademais, métodos de avaliação da sustentabilidade variam de acordo com as percepções de avaliação estipulados pelos seus desenvolvedores, podendo apresentar indicadores com características comuns ou até mesmo divergentes.

A variabilidade de métodos existentes traz à tona alguns questionamentos acerca da operacionalidade dos seus indicadores e da abordagem conceitual adotada por cada método, tais como: Quais são os pontos fortes e fracos das abordagens apresentadas? Quais os principais objetivos e metas a serem alcançados? Qual a capacidade de adaptação e flexibilidade de cada método às diversas realidades? Qual o papel/importância dos agentes de interesses como, por exemplo, os agricultores durante a execução de cada método?

Nesta perspectiva, este trabalho teve como objetivo comparar três métodos de avaliação da sustentabilidade a nível de propriedade rural: o IDEA, o APOIA Novo-Rural e o ISA. Este estudo propões fornecer uma caracterização de componentes e funcionamento a nível da propriedade rural de cada métodos. Para isso, utilizou-se dos indicadores de sustentabilidade de cada método para identificação do foco de análise dos mesmos e de abordagens conceituais para identificação dos objetivos, das fragilidades e a sensibilidade apresentadas por cada método.

## 2.2 Abordagens sobre a avaliação da sustentabilidade em sistemas agrícolas

O termo avaliação da sustentabilidade designa o conjunto de interesses mediados pelo conceito de desenvolvimento sustentável, cuja principal definição implica na capacidade de uso dos recursos naturais pelas gerações atuais sem comprometer as gerações futuras (CMMAD, 1991). A avaliação da sustentabilidade é um método de amplamente discutido e propagado como uma ação efetiva para estimular a transição e contribuir com o desenvolvimento de programas e políticas que direcionem a promoção de sistemas agrícolas sustentáveis (BINDER; FEOLA; STEINBERGER, 2010).

O uso de métodos para a avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas auxilia a definição e análise do desempenho ambiental dos sistemas de produção, a partir da estruturação e interpretação dos dados os quais refletem as experiências dos agricultores e o tipo de relação que eles têm com o seu sistema. Não obstante, a avaliação da sustentabilidade



em agroecossistemas é um dos tipos mais complexos de metodologia, não apenas porque a agricultura envolve aspectos multidisciplinares (ambientais, econômicos e sociais), mas também pela variedade de elementos culturais e funcionais que a cercam (SALA; CIUFFO; NIJKAMP, 2015; BINDER; FEOLA; STEINBERGER, 2010; BINDER; WIEK, 2006).

A agricultura, dentro das diretrizes da sustentabilidade, possui múltiplas funções que envolve, entre outros aspectos, a segurança alimentar, a conservação da biodiversidade e dos recursos naturais, além do objetivo maior que é o da produção agrícola. A dicotomia existente para a manutenção dessas múltiplas funções, como por exemplo, a necessidade de proteger os cursos d'água das ações de pesticidas e ao mesmo tempo ter a necessidade de utilizar os pesticidas para fornecer alimentos em quantidades suficientes à população (BINDER; WIEK, 2006), pode se traduzir em empasses para a manutenção da agricultura sustentável. Além disto, a concorrência entre os objetivos da agricultura pode também influenciar a avaliação da sustentabilidade, isto é um método pode atribuir maior relevância a um elemento do sistema investigado do que a outro. Neste sentido, a comparação entre métodos de avaliação da sustentabilidade amplamente utilizados na literatura permite sistematizar todo processo de avaliação, melhorando o enfoque e promovendo o esclarecimento da capacidade de cada método em contribuir para o desenvolvimento de agroecossistemas mais sustentáveis.

Quanto ao enfoque conceitual de avaliação, os métodos podem ser classificados em três tipos: analíticos, sistêmicos e normativos. Os métodos analíticos consistem em um modelo de aplicação baseado nas relações de causa-efeito. Seu enfoque principal considera o uso racional dos recursos naturais e sua estrutura está voltada para as mudanças ocorridas nos ecossistemas (SANCHEZ; MATOS, 2012). Os métodos sistêmicos baseiam-se em modelos os quais inserem os sistemas socioeconômicos como parte integrante do sistema ambiental, agregando-lhes uma maior complexidade. A partir deste enfoque, pode-se obter indicadores qualitativos, criados a partir agregação dos aspectos socioeconômicos e ambientais, resultando em posteriormente em índices de sustentabilidade. Já os modelos normativos baseiam-se em modelos hierárquicos que utilizam o enfoque multidimensional. Neste enfoque, os indicadores são derivados dos dois modelos anteriores, ou seja, tanto da relação causa-efeito, como também de processos sistêmicos (SANCHEZ; MATOS, 2012).

Basicamente, os métodos de avaliação da sustentabilidade variam em função do conceito de sustentabilidade adotado para analisar/ interpretar a sustentabilidade *in situ*. Neste sentido, a escolha de um método ajusta-se, primeiramente, a necessidade de investigação do pesquisador, do objetivo pesquisado e da capacidade de adequação à realidade estudada, a fim

de evitar distorções conceituais. O que direciona a aplicabilidade de um método a diferentes funções desempenhadas pela agricultura é o seu objetivo, que por sua vez, pode variar a depender do público-alvo e das escalas espaciais de análise (MARZALL; ALMEIDA, 2000). A depender do método adotado, os sistemas agrícolas podem ser avaliados em três escalas espaciais: a local (fazenda, bacia hidrográfica), a escala regional e a escala nacional (SMITH; MCDONALD, 1998). Cada escala possui diferentes perspectivas e objetivos, o que significa que são necessários diferentes indicadores para avaliar o efeito da escala espacial sobre a sustentabilidade (BINDER; WIEK, 2006).

Outra importante questão sobre a avaliação da sustentabilidade é definir um limite ou faixa para cada indicador de sustentabilidade, salientando o que seria ou não sustentável dentro de cada escala de sustentabilidade analisada. Neste momento é cabível indagar, então, como seria possível definir os limites de cada indicador? Ou seja, como delimitar se o sistema agrícola na escala estudada é sustentável ou não? Em parte, a avaliação de sistemas agrícolas é questão de julgamento, o que por sua vez depende de uma linha base de comparação (PRETTY, 2007). Para isto, o entendimento do conceito de sustentabilidade e da abordagem metodológica contidos na estrutura de cada método devem ser claros, a fim de direcionar a leitura dos indicadores e a interpretação dos resultados.

## **2.3 Indicadores de sustentabilidade**

O uso de indicadores para a avaliação da sustentabilidade tem sido o procedimento mais utilizado na literatura para diagnosticar os gargalos de um determinado sistema e/ou situação. Este instrumento tem como meta mensurar e/ou monitorar a sustentabilidade de determinado sistema a fim de identificar informações de caráter quantitativo resultantes do cruzamento de variáveis (MAGALHÃES JR, 2011).

Um indicador é um parâmetro que agrupa e oferece informações sobre o estado de um fenômeno (OCDE, 1993), de modo a facilitar sua compreensão e elevar a capacidade de transmissão dos dados de forma pontual no tempo e no espaço. Vale ressaltar que indicadores não são, elementos explicativos ou descritivos da realidade, mas informações pontuais no tempo e no espaço que permitem o acompanhamento dinâmico da realidade (MAGALHÃES JR, 2011). Os indicadores atuam por meio de variáveis, com o objetivo de agregar e quantificar informações de maneira a simplificar essas informações e deixar mais aparente sua significância (BELLEN, 2006).

Os indicadores podem ser avaliados tanto a partir de valores de referência normativos ou científicos, como a partir de uma dinâmica temporal, com uso de padrões que expressam os limites de ocorrência da realidade, por exemplo, se nocivos ou não ao homem e ao seu ambiente (MAGALHÃES JR, 2011). Os indicadores podem ser compostos por dados primários e/ou secundários, descritos de forma qualitativa e/ou quantitativa e apresentados através de números, símbolos, descrição ou cores. Por adequar-se a diferentes dimensões, os dados precisam ser padronizados na mesma escala de análise.

Os indicadores não são universais e variam de acordo com o problema e o objetivo da análise. Assim, cada sistema, dependendo de suas categorias de análise, poderá ter seu próprio conjunto de indicadores (CAMINO; MULLER, 1993). No processo de avaliação da sustentabilidade que se baseia no uso de indicadores, deve-se tomar cuidado com a interpretação indevida dos dados, para não mascarar os resultados a vontade do pesquisador (SANTOS, 2004).

Na avaliação da sustentabilidade em sistemas agrícolas, os indicadores compreendem os processos e as dinâmicas que estão envolvidos o sistema em estudo. Neste processo, os indicadores “[...] devem contribuir para a compreensão das relações existentes entre as questões agrícolas e ambientais, mostrar a evolução ao longo do tempo e fornecer informações para a tomada de decisão, retratando os processos subjacentes e as relações existentes entre atividade humana e meio ambiente” (TAVARES, 2009, p.89).

Embora os indicadores tenham a função de facilitar a comunicação das informações, a dificuldade de assimilação de seus termos pode ser um obstáculo na elaboração dos mesmos. A possibilidade de ocultações ideológicas quanto a sua natureza, em função dos diferentes entendimentos a respeito do tema adotados por diferentes segmentos da sociedade, e da própria ciência, podem promover a falta de consenso entre os indicadores (DEPONTI et al., 2002). A função de um indicador está atrelada ao processo de seleção, estruturação e organização hierárquica dos indicadores para avaliar o sistema (MAGALHÃES JR, 2011). O processo de seleção dos indicadores baseia-se no tipo de sistema que será avaliado. Tal seleção deve observar os critérios de relevância política, solidez analítica, mensurabilidade e nível de agregação. A relevância política diz respeito a importância dos problemas identificados e medidos pelos indicadores para as decisões políticas, de maneira a contribuir para a compreensão e interpretação destes problemas (OCDE, 1999). Como exemplos de problemas que podem ser mensurados pelos indicadores podem ser citados: evidências ou tendência de desequilíbrios no solo e água, contaminação do ar por pesticidas, biodiversidade

natural presentes na agricultura, questões, incluindo equilíbrio populacional entre zonas rurais e urbanas. A solidez analítica refere-se à relação estabelecida entre as atividades agrícolas e as condições ambientais com a identificação dos atributos fundamentais a execução do indicador. A mensurabilidade relaciona-se com a medição dos dados disponíveis em determinado período de tempo, de modo a tornar aparentes os efeitos ambientais. Por fim, o nível de agregação determina em que nível ou escala o indicador pode ser significativamente aplicado (OCDE, 1999).

A estruturação dos indicadores trata da organização das categorias e dos elementos que influenciam ou são influenciados pelo sistema em análise. Caminho e Muller (1993) propuseram um esquema analítico para a estruturação dos indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas, baseando-se em quatro categorias: Operação do sistema, Recursos endógenos, Operação do sistema exógeno e Recursos exógenos. Cada categoria comporta elementos estão relacionadas aos recursos naturais (água, solo, ar, clima, vegetação etc.) e as operações técnicas inerentes a execução das atividades do sistema.

A estruturação analítica dos indicadores tem como ponto crucial a definição do sistema. Esta definição relaciona-se ao tipo de sistema que será estudado (sistema de cultivo, sistema de pecuária, sistema agroflorestal, entre outros) e o seu nível de abrangência, se em escala nacional, regional, local ou a nível da própria propriedade rural. A clareza na definição do sistema visa, entre outros aspectos, promover, em estudo futuro quando os objetivos de avaliação forem os mesmos, a comparação temporal dos resultados obtidos nos indicadores e assim entender se houve ou não um aumento ou diminuição dos impactos produzidos pelos agroecossistema (CAMINO; MULLER, 1993).

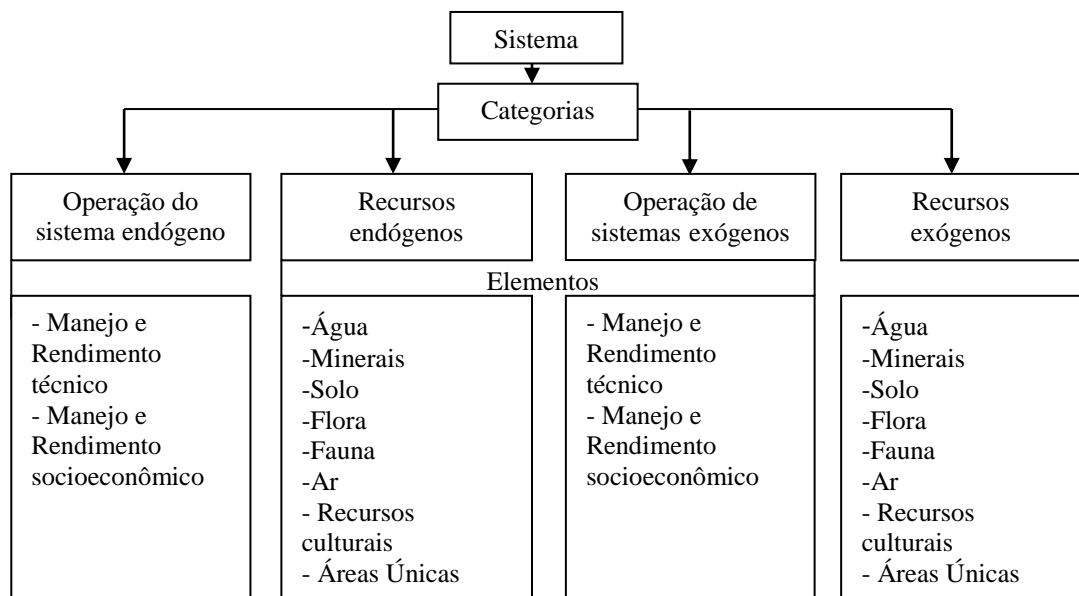
A organização hierárquica dos indicadores considera a ordem de prioridade entre os elementos de um conjunto de indicadores. Esta ordem é estabelecida a partir de pontuações que expressam o grau de relevância de um determinado indicador em relação a outro indicador. Essas pontuações podem variar de acordo com o método de sustentabilidade em estudo. Outros métodos de avaliação da sustentabilidade trabalham com a formação de índices de sustentabilidade. Um índice consiste em uma manipulação matemática com determinadas mensurações que tem por objetivo simplificar os dados formados por vários tipos de indicadores e diferentes dimensões (VERONA, 2010). A depender da temática em estudo, um índice representa o resultado de um conjunto de indicadores das dimensões ecológica, social, econômica, política, cultural, institucional entre outros, avaliados na matriz de indicadores.

## 2.4 Materiais e métodos

Para a comparação dos métodos IDEA, APOIA Novo-Rural e ISA dois critérios metodológicos foram utilizados. O primeiro está relacionado a distribuição dos indicadores de sustentabilidade dos métodos estudados em categorias e elementos propostos por Camino e Müller (1993) e; o segundo a partir das abordagens conceituais adotadas por Binder; Feola e Steinberger (2010).

No primeiro critério, os indicadores de sustentabilidade foram separados e distribuídos em elementos e categorias de avaliação. As categorias e os elementos são aspectos importantes na análise da sustentabilidade em agroecossistemas, pois representam o esboço de como foram concebidos e organizados os indicadores de sustentabilidade (CAMINO; MÜLLER, 1993). Camino e Müller (1993) propuseram para qualquer sistema e em qualquer nível de organização ou agregação, a utilização das seguintes categorias e elementos para a definição de indicadores (FIGURA 2.1):

Figura 2.1 Esquema analítico de definição de indicadores sugerido por Camino e Müller (1993).



Esse esquema analítico de indicadores é estruturado em quatro categorias: Operação do sistema endógenos, Recursos endógenos, Operação de sistemas exógenos e Recursos exógenos. A categoria Operação do sistema endógenos refere-se às atividades que constituem a parte funcional e executável dentro do sistema analisado. Os indicadores desta categoria mostram se o manejo do agroecossistema são compatíveis com as diretrizes da

sustentabilidade. Os recursos endógenos abordam a base de recursos estrutural que pertencem ao sistema analisado, com indicadores que mostram se esse sistema impacta negativamente ou se melhora a base de recursos do agroecossistema. A operação de sistemas exógenos caracteriza-se pelas atividades funcionais externas ao agroecossistema, mas que mantém relações próximas, afetando e sendo afetado pelo sistema (DANIEL, 2000). Os recursos exógenos correspondem aos recursos externos ao agroecossistemas.

Estas categorias agrupam elementos que estão dentro do agroecossistema (endógenos) e elementos que estão fora do agroecossistema (exógenos), mas que influencia ou podem ser influenciados pelos elementos que pertencem ao agroecossistema. Os elementos no ponto de vista da sustentabilidade são compreendidos por aspectos técnicos e socioeconômicos, bem como abrangidos pelos recursos naturais e culturais utilizados no sistema e seu entorno (solo, água, flora, fauna, ar, etc.)

Neste sentido, os indicadores de cada método (IDEA, APOIA Novo-Rural e ISA) foram distribuídos de acordo com seus descritores, nas respectivas categorias e elementos propostos por Camino e Muller (1993). Os descritores são as características de um elemento, diretamente relacionada a sustentabilidade do sistema (DANIEL et al., 2000). Em seguida foi calculado a percentagem de indicadores presentes em cada categoria. Alguns indicadores de sustentabilidade adotados nos métodos, são compostos por diferentes parâmetros de medição, de modo que o resultado expresso por aquele indicador corresponde ao somatório de vários parâmetros. Por exemplo, o indicador Fertilidade do Solo, no método ISA, é o resultado dos parâmetros de textura (dag kg<sup>-1</sup>), acidez ativa (pH), matéria orgânica disponível no solo (dag kg<sup>-1</sup>), fósforo (mg dm<sup>-3</sup>), cálcio trocável (cmolcdm<sup>-3</sup>), magnésio trocável (cmolcdm<sup>-3</sup>), potássio trocável (mg dm<sup>-3</sup>), alumínio trocável (cmolcdm<sup>-3</sup>), CTC efetiva (cmolcdm<sup>-3</sup>) e saturação por bases (%); o indicador Qualidade da Água Superficial e Subterrânea é formado pelos parâmetros pH da água, coliformes termotolerantes, turbidez e nitrato. Já no APOIA Novo-Rural, esses parâmetros são utilizados separadamente.

Para estes casos, os parâmetros foram desagregados passando a ser considerados como indicadores separados e assim distribuídos dentro de cada categoria. Esta técnica parece ser viável para identificar com maior fidedignidade os elementos de maior preocupação nos métodos. Já os indicadores auferidos por expressões matemáticas, como proporção, por exemplo: área cultivada/ área total, foram mantidos tal como se apresentavam.

No segundo critério, os métodos IDEA, APOIA Novo-Rural e ISA foram comparados por sua forma de execução conceitual. Para isto, utilizou-se as abordagens adotadas por

BINDER; FEOLA STEINBERGER (2010) que são: conceito de sustentabilidade; objetivo e público-alvo; adoção da abordagem sistêmica; nível de participação de *stakeholders*; nível de adequação e flexibilidade. Por esta abordagem, o conceito de sustentabilidade refere-se à noção de sustentabilidade que é refletida nos indicadores e determinada no processo de interpretação dos resultados.

O objetivo e público-alvo referem-se as diferentes preocupações abordadas pelos métodos, que podem ter maior ou menor importância em relação a um aspecto. Os objetivos são concebidos visando os usuários finais do método (público-alvo), podendo ser eles agricultores, técnicos agrícolas, intuições públicas ou privadas. Adoção da abordagem sistêmica trata da interpretação da complexidade envolvida no sistema agrícola, que lhe permite analisar os aspectos econômicos, sociais e ambientais, bem como seus *trade-offs*. O nível de participação de *stakeholders* refere-se as equipes interessadas no processo de transição da agricultura sustentável (*stakeholders*). Geralmente esse grupo é representado por agricultores que estão envolvidos no processo de avaliação. Por fim, o nível de adequação e flexibilidade refere-se à capacidade do método de adequar-se as diferentes realidades, que podem variar de acordo com a escala espacial de análise (local, regional, nacional ou internacional) e conduzir a diferentes interpretações ou mascarar os resultados. Essa abordagem visa delinear a base conceitual de cada método, o seu processo de desenvolvimento e a execução durante seu processo de avaliação, no intuito de destacar as principais diferenças entre eles (CÂNDIDO et al., 2015).

## **2.5 Resultados e discussão**

### **2.5.1. Descrição dos métodos de avaliação da sustentabilidade**

#### **2.5.1.1 O método IDEA**

O método *Indicateurs de Durabilités Exploitations Agricoles* (IDEA) é um modelo de avaliação normativo que visa o diagnóstico do ponto da sustentabilidade a nível da propriedade rural. É um modelo que foi desenvolvido na França, como resultado de estudos de profissionais de formação agrícola que trabalharam no desenvolvimento de indicadores sociais, econômicos e agroambientais (JESUS, 2003). O modelo é composto por 42 indicadores, subdivididos em 10 componentes, sendo elas Diversidade, Organização do espaço, Práticas agrícolas, Qualidade dos produtos e do território, Emprego e serviços, Ética e

desenvolvimento humano, Viabilidade econômica, Independência, Transmissibilidade e Eficiência do processo produtivo (Quadro 2.1). Essas componentes, por sua vez, estão agrupadas em 3 Escalas de sustentabilidade, a Escala Agroecológica, a Sócio territorial e a Econômica (VILAIN et al., 2008).

Quadro 2.1 Estrutura do método de avaliação de sustentabilidade Indicadores de Sustentabilidade de Explorações Agrícolas (IDEA) proposto por Vilain et al. (2008).

Escala	Componentes	Indicadores		Vl. máximo	
Agroecológica	Diversidade	A1	Diversidade de culturas anuais e temporárias	14	33
		A2	Diversidade de culturas perenes	14	
		A3	Diversidade animal	14	
		A4	Raças Regionais	6	
	Organização do espaço	A5	Cultivos	8	33
		A6	Dimensão das parcelas	6	
		A7	Gestão de materiais orgânicos	5	
		A8	Área de reserva ecológica	12	
		A9	Contribuição legal para questões ambientais do território	4	
		A10	Avaliação do espaço destinado aos animais	5	
		A11	Gestão de superfícies forrageiras	3	
	Práticas agrícolas	A12	Adubação	8	34
		A13	Tratamento de efluentes orgânicos	3	
		A14	Agrotóxico	13	
		A15	Tratamento veterinário	3	
		A16	Proteção do solo	5	
		A17	Irrigação	4	
		A18	Dependência energética	10	
Sócio territorial	Qualidade dos produtos e do território	B1	Qualidade dos alimentos	10	33
		B2	Valorização do Patrimônio construído e da paisagem	8	
		B3	Gestão de resíduos não orgânico	5	
		B4	Acessibilidade do espaço	5	
		B5	Envolvimento social	6	
	Empregos e Serviços	B6	Mecanismo de venda	7	33
		B7	Autonomia e valorização de recursos locais	10	
		B8	Serviços de mercado e pluriatividade	5	
		B9	Contribuição à geração de emprego	6	
		B10	Trabalho coletivo	5	
		B11	Perenidade prevista	3	
	Ética e Desenvolvimento humano	B12	Contribuição ao equilíbrio alimentar mundial	10	34
		B13	Bem-estar animal	3	
		B14	Formação	6	
		B15	Intensidade de trabalho	7	
		B16	Qualidade de vida	6	
		B17	Isolamento	3	
		B18	Recepção, higiene e segurança	4	
Econômico	Viabilidade	C1	Viabilidade econômica mensal (R\$)	20	30
		C2	Taxa de especialização	10	
	Independência	C3	Autonomia financeira econômica	15	25
		C4	Sensibilidade a cotas e subsídios	10	
	Transmissibilidade	C5	Transmissibilidade do capital	20	20
	Eficiência	C6	Eficiência do processo produtivo	25	25



O método IDEA objetiva integrar o conjunto de indicadores, que ilustram os diversos conceitos responsáveis por compor a perspectiva sustentável dos agroecossistemas. O método IDEA se baseia na coleta de informações fornecidos pelo agricultor, o que resulta na participação do mesmo e na possibilidade de avaliação temporal da propriedade (VIEIRA, 2005). A análise dos resultados pode ser feita entre grupos de propriedades ou entre sistemas de produção por meio de comparações.

Os resultados permitem visualizar o desempenho relativo de cada Escala de sustentabilidade, observando os valores máximos e mínimos obtidos pelo sistema. Neste método, as escalas são avaliadas separadamente, evitando compensações dos valores obtidos em cada escala (JESUS, 2003). Assim, os valores mínimos obtidos são considerados os mais importantes e indicam quais escalas/componentes ou indicadores são mais limitantes ao desenvolvimento da sustentabilidade e para os quais devem ser direcionadas as melhorias.

#### **2.5.1.2 APOIA-Novos Rural**

O método Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural (APOIA Novo-Rural) foi desenvolvida por Rodrigues e Campanhola (2003) e publicada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) no mesmo ano. Esta metodologia tem como escala de análise o estabelecimento rural e baseia-se nas relações sistêmicas entre atividade rural e meio ambiente para estruturação dos indicadores de sustentabilidade.

O modelo consiste em um conjunto de 62 indicadores de sustentabilidade referentes às atividades produtivas no âmbito da propriedade rural. Estes indicadores estão agrupados em cinco dimensões: Ecologia da paisagem, Qualidade dos comportamentos ambientais – atmosfera, água e solo - Valores socioculturais, Valores econômicos e Gestão e Administração (Quadro 2.2).

A maioria das informações que compõem o APOIA-Novos Rural são obtidas através de questionários e, quando necessário, através da observação sensorial das características averiguadas nos indicadores. As informações obtidas nos indicadores são ponderadas automaticamente por meio da plataforma MS-Excel e convertidas em valores em uma escala que varia entre 0 e 1, onde 1 significa a melhor condição do indicador avaliado.

Posteriormente, gera-se um índice de impacto ambiental apresentado na forma de gráfico, onde todos os indicadores são comparados a uma linha de base estabelecida pelo sistema, correspondente a 0,7 (RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2003). A plataforma computacional apresenta como vantagem a facilidade de distribuição e o baixo custo de operacionalização.

Quadro 2.2 - Estrutura original do método de avaliação de sustentabilidade Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural (APOIA Novo-Rural) proposto por Rodrigues & Campanhola, 2003.

Dimensões e indicadores	Unidades de medida obtidas no campo e laboratório
<b>Dimensão Ecologia da Paisagem</b>	
Fisionomia e conservação dos habitats naturais	% da área da propriedade
Diversidade e condições de manejo das áreas de produção	% da área da propriedade
Diversidade e condições de manejo das atividades confinadas	% da área da propriedade, excluí não confinadas
Cumprimento com requerimento da reserva legal	% da área averbada como reserva legal na propriedade
Cumprimento com requerimento de áreas de preservação permanente	% da área da propriedade
Corredores de fauna	Área (ha) e número de fragmentos
Diversidade da paisagem <sup>(1)</sup>	Índice de Shannon-Wiener (dado)
Diversidade produtiva <sup>(1)</sup>	Índice de Shannon-Wiener (dado)
Regeneração de áreas degradadas <sup>(1)</sup>	% da área da propriedade
Incidência de focos de doenças endêmicas	Número de criadouros
Risco de extinção de espécies ameaçadas	Número de (sub)populações ameaçadas
Risco de incêndio	% da área atingida pelo risco
Risco geotécnico	Número de áreas influenciadas
<b>Dimensão Qualidade dos Compartimentos Ambientais</b>	
<b>Atmosfera</b>	
Partículas em suspensão/fumaça	% do tempo de ocorrência
Odores	% do tempo de ocorrência
Ruídos	% do tempo de ocorrência
Óxidos de carbono	% do tempo de ocorrência
Óxidos de enxofre	% do tempo de ocorrência
Óxidos de nitrogênio	% do tempo de ocorrência
Hidrocarbonetos	% do tempo de ocorrência
<b>Água superficial</b>	
Oxigênio dissolvido <sup>(1)</sup>	% de saturação de O <sub>2</sub>
Coliformes fecais <sup>(1)</sup>	Número de colônias/100 ml
DBO <sub>5</sub> <sup>(1)</sup>	mg/L de O <sub>2</sub>
pH <sup>(1)</sup>	pH
Nitrato <sup>(1)</sup>	mg NO <sub>3</sub> /L
Fosfato <sup>(1)</sup>	mg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /L
Sólidos totais <sup>(1)</sup>	mg de sólidos totais/L
Clorofila a <sup>(1)</sup>	µg de clorofila/L
Condutividade <sup>(1)</sup>	µ ohm/cm
Poluição visual da água	% do tempo de ocorrência
Impacto potencial de pesticidas	% da área tratada
<b>Água subterrânea</b>	
Coliformes fecais <sup>(1)</sup>	Número de colônias/100 mL
Nitrato <sup>(1)</sup>	mg de NO <sub>3</sub> /L
Condutividade <sup>(1)</sup>	µg ohm/cm
<b>Manutenção da capacidade produtiva do solo</b>	

Matéria orgânica	% de matéria orgânica do solo
pH <sup>(1)</sup>	pH
P resina <sup>(1)</sup>	mg P/dm <sup>3</sup>
K trocável <sup>(1)</sup>	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Mg (e Ca) trocável <sup>(1)</sup>	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Acidez potencial (H + Al) <sup>(1)</sup>	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Soma de bases <sup>(1)</sup>	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Capacidade de troca catiônica <sup>(1)</sup>	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Volume de bases <sup>(1)</sup>	% de saturação
Potencial de erosão	% da área
Dimensão Valores Socioculturais	
Acesso à educação <sup>(1)</sup>	Número de pessoas
Acesso a serviços básicos	Acesso a serviços básicos (1 ou 0)
Padrão de consumo	Acesso a bens de consumo (1 ou 0)
Acesso a esporte e lazer	Horas dedicadas
Conservação do patrimônio histórico, artístico, arqueológico e Espeleológico	Número de monumentos/eventos do patrimônio
Qualidade do emprego	% dos trabalhadores
Segurança e saúde ocupacional	Número de pessoas expostas
Oportunidade de emprego local qualificado	% do pessoal ocupado
Dimensão Valores Econômicos	
Renda líquida do estabelecimento	Tendência de atributos da renda (1 ou 0)
Diversidade de fontes de renda	Proporção da renda domiciliar
Distribuição de renda	Tendência de atributos da renda (1 ou 0)
Nível de endividamento corrente	Tendência de atributos da renda (1 ou 0)
Valor da propriedade	Proporção da alteração de valor
Qualidade da moradia	Proporção dos residentes
Dimensão Gestão e Administração	
Dedicação e perfil do responsável	Ocorrência de atributos (1 ou 0)
Condição de comercialização	Ocorrência de atributos (1 ou 0)
Reciclagem de resíduos	Ocorrência de atributos (1 ou 0)
Relacionamento institucional	Ocorrência de atributos (1 ou 0)

<sup>(1)</sup> Indicador expresso em duas medidas: índice de impacto e variação porcentual, proporcional ou relativa; cada qual com seu respectivo valor de utilidade.

### 2.5.1.3 ISA

O modelo de avaliação Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA) proposto pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) no ano de 2009, tem por objetivo orientar os produtores rurais na gestão de suas atividades produtivas com vistas à sustentabilidade (ROMANO, 2012).

É um sistema composto por 23 indicadores que estão agrupados em 7 Subíndices: Balanço econômico, Balanço social, Gestão do estabelecimento rural, Capacidade produtiva do solo, Qualidade da água, Manejo dos sistemas de produção, Ecologia da paisagem agrícola (Quadro 2.3). As informações pertinentes aos indicadores são obtidas por meio de entrevistas, levantamento da realidade de campo, análises laboratoriais e análises de imagens de satélite com utilização de técnicas de Geoprocessamento (SILVA, 2018).

O ISA possui uma plataforma computacional estruturada no MS-Excel, em que as informações obtidas nos indicadores são lançadas, ponderadas e transformadas em valores. Cada indicador pode obter valores que variam de 0 a 1 e como resultado final do ponderamento destes indicadores é gerado um índice de sustentabilidade, o qual tem como valor de referência de bom desempenho ambiental, social e econômico o índice equivalente ou superior a 0,7 (FERREIRA et al., 2012).

Quadro 2.3 - Estrutura original do sistema Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistema (ISA) proposto por Ferreira et al. (2012).

Subíndices	Indicadores
Balanco econômico	1 - Produtividade e preço de venda apurados 2 - Perfil e diversificação da renda 3 - Evolução patrimonial 4 - Grau de endividamento
Balanco social	5 - Serviços básicos disponíveis 6 - Segurança alimentar no entorno das residências 7 - Escolaridade/Cursos direcionados às atividades agrossilvipastoris 8 - Qualidade da ocupação e do emprego gerado
Gestão do estabelecimento rural	9 - Gestão do empreendimento 10 - Gestão da informação 11 - Gerenciamento de resíduos e efluentes 12 - Segurança do trabalho e gestão do uso de agrotóxicos e produtos veterinários
Capacidade produtiva do solo	13 - Fertilidade do solo
Qualidade da água	14 - Qualidade da água superficial 15 - Qualidade da água subterrânea 16 - Risco de contaminação da água por agrotóxicos
Manejo dos sistemas de produção	17 - Áreas com solo em estágio de degradação 18 - Grau de adoção de práticas conservacionistas 19 - Estado de conservação de estradas internas e externas
Ecologia da paisagem agrícola	20 - Vegetação nativa - fitofisionomias e estado de conservação 21 - Áreas de Preservação Permanente (APPs) 22 - Reserva Legal (RL) 23 - Diversificação da paisagem agrícola

#### 2.5.2 Distribuição dos indicadores de sustentabilidade dos métodos IDEA, APOIA Novo-Rural e ISA pelo esquema analítico de definição de indicadores

A distribuição dos indicadores de acordo com o esquema analítico de definição de sistema de indicadores está apresentada na Tabela 2.1. Observa-se que o método IDEA concentra seus indicadores na categoria Operação do sistema endógeno com 81 % dos seus indicadores. No APOIA Novo-Rural e no ISA, a maioria dos indicadores se enquadraram na categoria Recursos Endógenos (66,1 % e 59,5 %, respectivamente). Essa diferença é decorrente do foco atribuído por cada método ao conceito de sustentabilidade, mesmo tendo eles como escala espacial o estabelecimento rural.

Tabela 2.1 Distribuição dos indicadores de sustentabilidade dos métodos IDEA, APOIA Novo-Rural e ISA por Elementos e Categorias.

Categoria	Elemento	Número de Indicadores		
		IDEA	APOIA	ISA
Operação do sistema endógeno	Manejo e Rendimento técnico	9	-	3
	Manejo e Rendimento socioeconômico	25	19	10
	<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>19</b>	<b>13</b>
	<b>%</b>	<b>81%</b>	<b>30,7%</b>	<b>35,1%</b>
Recursos endógenos	Solo		10	10*
	Água		14	8**
	Flora	2	3	3
	Fauna		2	-
	Ar		7	-
	Estrutura da paisagem	1	4	1
	Recursos culturais	1	1	-
	<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>41</b>	<b>22</b>
	<b>%</b>	<b>9,5%</b>	<b>66,1%</b>	<b>59,5%</b>
Operação de sistema exógeno	Manejo e Rendimento técnico	-	-	-
	Manejo e Rendimento socioeconômico	3	1	1
	<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	<b>%</b>	<b>7,1%</b>	<b>1,6%</b>	<b>2,7%</b>
Recursos exógenos	Solo	-	-	-
	Água	-	-	-
	Flora	-	-	-
	Fauna	-	-	-
	Ar	-	-	-
	Estrutura da paisagem	-	-	-
	Recursos culturais	1	1	1
	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>%</b>		<b>2,4%</b>	<b>1,6%</b>	<b>2,7%</b>
Total geral de indicadores		<b>42</b>	<b>62</b>	<b>37***</b>

\* O indicador Fertilidade de solo foi analisado pelos seus 10 parâmetros.

\*\* O indicador Qualidade da água superficial e subterrânea foram analisados respectivamente pelos seus 4 e 3 parâmetros.

\*\*\* Número de indicadores considerados para cálculo da porcentagem.

A avaliação da sustentabilidade pelo método IDEA baseia-se nas condições técnicas e socioeconômicas da agricultura e pecuária e como estas estão sendo desenvolvidas na propriedade rural. O APOIA-Novo Rural foca nos impactos ambientais das atividades rurais e adota como recorte temporal a situação anterior e posterior à implantação da atividade rural (SANCHEZ; MATOS, 2012). Com essa abordagem, o método traduz a sustentabilidade a partir das causas e das consequências que a agricultura e a pecuária exercem sobre os recursos naturais e sobre a biodiversidade da flora e da fauna. Já o ISA, foca no processo de gestão das atividades produtivas da propriedade rural com vistas à formação de sistemas agrícolas mais sustentáveis (FERREIRA, et al., 2012). Neste sentido, o foco da sustentabilidade do método

ISA está em mostrar a importância da agricultura sustentável. Seus indicadores enfatizam a categoria recursos endógenos e avaliam as consequências da execução da atividade agrícola sobre os recursos naturais solo e água.

Na categoria Operação de sistema exógeno, o método IDEA possui dentro do elemento Manejo e Rendimento socioeconômico os indicadores Mecanismo de venda, Sensibilidade a cotas e subsídios e Acessibilidade do espaço. Esses indicadores avaliam, respectivamente, a comercialização dos produtos, a disponibilidade de crédito e a infraestrutura de estradas de acesso ao estabelecimento, sendo estes aspectos fundamentais ao bom desempenho econômico da atividade e consequentemente sua sustentabilidade. Nesta categoria, o método APOIA Novo-Rural é representado pelo indicador Condição de comercialização e o ISA pelo Estado de conservação de estradas internas e externas.

Em relação a categoria Recursos Endógenos, observa-se que o IDEA possui 9,5 % de seus indicadores nos elementos Flora, Estrutura da Paisagem e Recursos culturais, enfatizando para mensuração da sustentabilidade ambiental a presença e a extensão de vegetação natural na propriedade, a presença de fontes de água (nascentes ou rios) e a valorização de construções históricas. O IDEA não traz ao processo de avaliação dados obtidos por análises de solo e água, o que limita, em termos técnicos, a percepção/definição dos impactos ambientais em uma escala temporal. Ao contrário, o APOIA Novo-Rural e o ISA trazem para a avaliação dados da capacidade produtiva do solo por meio da análise química do solo e da qualidade da água superficial e subterrânea. Para ambos os métodos, são adotadas análises das propriedades físico-químicas do solo e da água, segundo normas, procedimentos e limites técnicos vigentes no Brasil.

Vale ressaltar, que em sistemas agrícolas, o acompanhamento da qualidade física, química e biológica do solo e a caracterização e monitoramento de lagos, rios e fontes de água devem fazer parte do planejamento do agricultor e consequentemente de um programa de avaliação da sustentabilidade. A análise de solo é um instrumento importante para a produtividade, lucratividade e para o ambiente, o que combinado com outras informações, como forma de uso e ocupação e características de clima, trazem ao agricultor uma melhor capacidade de manejo do agroecossistema (IPF, 1998). Ademais, no Brasil há uma classificação própria quanto a capacidade de suporte do uso da terra (LEPSCH et al. (1983) o que pode prover o planejamento racional do uso da terra e garantir preservação de diversos recursos endógenos.

O APOIA Novo-Rural e o ISA concentram, respectivamente, 38,7 % e 48,6 % dos seus indicadores para os elementos solo e água. Em ambos métodos, as análises de solo são contempladas basicamente pelos mesmos dados químicos, os quais avaliam a capacidade produtiva do solo por meio de parâmetros de fertilidade. O mesmo critério é utilizado para o elemento água, contudo o APOIA apresenta uma estrutura maior de indicadores para avaliação da qualidade da água superficial em relação ao ISA, como Oxigênio dissolvido, Coliformes fecais, DBO5, pH, Nitrato, Fosfato, Sólidos totais, Clorofila, Condutividade e Poluição visual da água, bem como para qualidade da água subterrânea, como coliformes fecais, Nitrato e Condutividade. Os métodos possuem em comum, na avaliação da qualidade da água, apenas os parâmetros de pH, coliformes fecais, Turbidez e Nitrato.

O APOIA Novo-Rural foi o único dos métodos a apresentar indicadores relacionados ao elemento Ar, com 6 indicadores voltados para avaliação sensorial de poluição atmosférica (Partículas em suspensão/fumaça, Odores, Ruídos, Óxidos de carbono, Óxidos de enxofre, Óxidos de nitrogênio e Hidrocarbonetos). No IDEA poluição atmosférica é avaliada indiretamente no indicador Dependência Energética, onde assume-se o uso ou não de fontes de energia geradoras de CO<sub>2</sub>.

Os indicadores relacionados ao elemento Fauna também foi priorizado apenas pelo APOIA Novo-Rural. O método avaliou a Presença de corredores de fauna e a Existência de espécies ameaçadas de extinção, principalmente após a implantação da atividade agrícola. A análise da fauna tem importância crucial no processo de avaliação da sustentabilidade em sistemas agrícolas, pois o uso de pesticidas associado a extensas áreas de monoculturas pode destruir habitats naturais ameaçando a fauna local e suas cadeias tróficas. Este fato destaca que, entre os métodos avaliados, o APOIA apresenta uma visão mais ampla dos sistemas ambientais dando-lhe maior importância para definição do que seria ou não sustentável.

Em relação a categoria Recursos Exógenos, apenas o IDEA e o APOIA Novo-Rural tiveram indicadores que puderam ser enquadrados como pertinentes a esta categoria. Os indicadores Envolvimento social do IDEA e Relacionamento institucional no APOIA Novo-Rural, representam o elemento Recursos culturais e avaliam a relação social que o produtor e seu estabelecimento têm com as comunidades circunvizinhas e acesso a assistência técnica e social. Contudo, como o foco espacial de avaliação dos três métodos é a propriedade rural, em nenhum deles houveram indicadores relacionados ao Solo, Água e Ar que pudessem ser enquadrados como pertinentes a categoria Recursos Exógenos, uma vez que os efeitos

ambientais externos aos limites do estabelecimento rural fazem parte de outra escala espacial (regional ou global, por exemplo).

### 2.5.3 Abordagem Conceitual dos métodos de Avaliação da Sustentabilidade em Sistemas Agrícolas IDEA, APOIA Novo-Rural e ISA

A Tabela 2.2 apresenta a comparação simplificada das abordagens relacionada a operacionalização de cada método de avaliação.

Tabela 2.2 Comparação entre os métodos Indicadores de sustentabilidade de explorações agrícolas (IDEA), Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural (APOIA Novo-Rural) e Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistema (ISA).

Crítérios de análise	IDEA	APOIA Novo-Rural	ISA
Conceito de sustentabilidade	Conceito pré-definido e fundamentado nos aspectos de Reprodutibilidade ambiental, Habitabilidade e Viabilidade econômica.	Conceito pré-definido e direcionado à avaliação de impactos ambientais das atividades emergentes no Novo Rural.	Conceito pré-definido e direcionado pelas dimensões social, econômico e ambiental para um processo de transição.
Objetivos e público-alvo	Mediar por meio da autoavaliação um processo de conscientização entre os agricultores para a agricultura sustentável.	Assessorar produtores e tomadores de decisão quanto a avaliação de impactos ambientais	Mediar através da ferramenta de gestão um processo de transição para um agroecossistema mais sustentável
Abordagem sistêmica	Adota três escalas de sustentabilidade (Agroecológica, Sócio territorial e Econômica) sem interações e sem <i>trade-off</i> entre elas.	Considera a interação entre os indicadores e entre as cinco dimensões com <i>trade-offs</i> entre elas.	Adota as dimensões socioeconômica e ambiental considerando as interações entre os indicadores com <i>trade-offs</i> entre eles
Participação dos <i>stakeholders</i>	Agricultor, professor, estudante e técnicos, com procedimento de avaliação pré-definidos por especialistas (Abordagem <i>top-down</i> ).	Agricultor, gestor ou consultor técnico. Com procedimento de avaliação com Abordagem <i>top-down</i> e <i>bottom-up</i>	Agricultor, gestor externo ou consultor técnico. Procedimento de avaliação com abordagem <i>top-down</i> e <i>bottom-up</i> .
Nível de adequação e flexibilidade	Estrutura rígida e padronizada que requer adequação para diferentes contextos.	Estrutura rígida, informatizada e aplicável a qualquer atividade do meio rural brasileiro.	Estrutura rígida, informatizada e sensível a diferentes agroecossistemas.

Fonte: Adaptado de Cândido et al. (2015)

#### Conceito de sustentabilidade

Os três métodos são baseados em um conceito predefinido de sustentabilidade. Embora todos tenham, como ponto de referência comum as diretrizes propostas pelo relatório



Brundtland (CMMAD, 1991), as definições adotadas seguem termos específicos de acordo com o enfoque principal de cada método.

No método IDEA, o conceito de sustentabilidade é norteado pelo enfoque normativo (SANCHEZ; MATOS, 2012), ou seja, as informações são baseadas em modelos hierárquicos. Neste enfoque, os indicadores são pontuados por ordem de prioridade, observando a multidimensionalidade dos sistemas agrícolas (ambiental, social e econômico). Adicionalmente, essas dimensões ou escalas de sustentabilidade são fundamentadas, respectivamente, em três aspectos principais: Reprodutibilidade ambiental, Habitabilidade e Viabilidade. Estes aspectos significam que uma fazenda deve garantir a reprodutibilidade do ambiente, ser habitável para o agricultor e sua família e deve ser viável em termos econômicos (ZAHM et al., 2008).

No APOIA Novo-Rural, o conceito de sustentabilidade é norteado pelo enfoque sistêmico. Neste enfoque, o sistema econômico-social é interpretado como parte integrante do ecossistema e os indicadores de sustentabilidade derivam-se de pontos críticos identificados nos agroecossistemas (SANCHEZ; MATOS, 2012), os quais geram ou podem gerar algum tipo de impacto ambiental. Assim, o APOIA Novo-Rural é formado por indicadores de desempenho do agroecossistema que abordam impactos ambientais e as pressões exercidas sobre ambiente, o estado do mesmo e as possíveis melhorias já realizadas no agroecossistema (RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2003).

No ISA, o conceito de sustentabilidade é sustentado em um conjunto de indicadores que direcionam os agroecossistemas a um processo de transição para um padrão de maior sustentabilidade (FERREIRA et al., 2012). A ferramenta possui um caráter normativo em que a sustentabilidade é direcionada pelas dimensões social, econômico e ambiental. Estas dimensões apoiam elementos relacionados ao planejamento, gestão, conservação, capacitação, acesso e diversificação.

Os três métodos possuem em comum a combinação de princípios básicos de sustentabilidade. No IDEA e no ISA esses princípios são multidimensionais, enquanto no APOIA Novo-Rural esses princípios são multifuncionais. Nos princípios multidimensionais, a sustentabilidade é subdivida e analisada por dimensões (social, econômica, ambiental, cultural, política, entre outras) observando sua abrangência e, por conseguinte as funções desempenhadas por cada dimensão. Nos princípios multifuncionais, a sustentabilidade é analisada a partir das funções principais do sistema agrícola, como segurança alimentar,

conservação da biodiversidade e dos recursos naturais, manutenção da paisagem, qualidade socioeconômica, cultural.

A matriz de indicadores formulada pelo IDEA traz um conceito bem definido e rígido de sustentabilidade (CÂNDIDO et al., 2015). Essa matriz é apresentada em um sistema de escores que destaca a presença e a tendência de aspectos do agroecossistema associados a sustentabilidade. Os indicadores medidos são somados em nove componentes e três dimensões (Agroecológica, Sócio territorial e Econômica) e cada dimensão pode atingir um máximo de 100 pontos. A sustentabilidade da fazenda, definida por uma pontuação numérica final, é igual a pontuação mais baixa das três dimensões, isto é, a sustentabilidade de um sistema é tão alta quanto seu pilar mais curto (BINDER; FEOLA, STEINBERGER, 2010).

A matriz do Apoia Novo-Rural e do ISA segue um princípio ainda maior de definição e rigidez do conceito de sustentabilidade, ao propor uma avaliação geral de impacto ambiental a partir de um padrão ou linha de base (*benchmark*). O sistema de pontuação é normatizado entre 0 e 1 e o grau de sustentabilidade do sistema é dado de acordo com o valor de referência (0,7) se abaixo, pouco sustentável, e se acima da linha, em sustentabilidade. No entanto, Moraes et al., (2012) destacam que a existência de uma linha única de referência, no APOIA Novo - Rural, limita a interpretação do impacto ambiental, pois estipula um padrão ambiental pré-definido, que pode não corresponder situação minimamente esperada pelo estabelecimento rural.

#### Objetivos e público-alvo (Usuários finais)

O método de avaliação de sustentabilidade reflete o objetivo para o qual o método foi desenvolvido. O IDEA foi desenvolvido com o objetivo de ser uma ferramenta de ensino para a implementação e sensibilização do conceito de sustentabilidade em fazendas, com vista a diminuição dos impactos provocados pela própria agricultura e pecuária (BRIQUEL et al., 2001). Neste sentido, o método é direcionado a professores e formadores que trabalham na extensão rural e que tem como público-alvo os agricultores.

O APOIA Novo-Rural é uma ferramenta de gestão das diversas atividades rurais (RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2003). O método é direcionado a assessorar produtores e tomadores de decisão quanto a avaliação de impactos ambientais a nível da propriedade rural, tendo como público-alvo os próprios agricultores. Já o ISA foi desenvolvido como ferramenta para aferição do desempenho econômico, social e ambiental na escala de estabelecimentos

rurais (FERREIRA et al., 2012). Assim, o seu objetivo é auxiliar a tomada de decisões por parte dos responsáveis pelas atividades produtivas para um processo de transição para um agroecossistema mais sustentável, tendo como público-alvo os agricultores.

Os três métodos avaliam a sustentabilidade em escala local e possuem como público-alvo, os próprios agricultores rurais. As informações são obtidas por meio de questionários dirigidos aos agricultores e observação de campo. O IDEA apresenta um cunho didático/pedagógico de aplicação que permite ao próprio agricultor/gestor da propriedade executar o processo de avaliação, enquanto o APOIA Novo-Rural e o ISA, apesar de serem de fácil aplicação, necessitam de apoio técnico. No APOIA Novo-Rural o técnico responsável deve evitar a subjetividade na coleta das informações, durante a aplicação do questionário, principalmente quanto as transformações ocorridas após a introdução da nova atividade (RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2003).

A análise e interpretação da avaliação da sustentabilidade nos três métodos são de fácil representação. A utilização de indicadores quantitativos permite a utilização de gráfico tipo radar e histogramas. Os resultados visam auxiliar os agricultores a refletirem sobre suas práticas, dando direcionamentos quanto a necessidade de melhorias na propriedade rural, por isso, pode ser comparada entre propriedades ou entre de grupos de propriedades. Adicionalmente, o ISA gera um quadro síntese de avaliação da propriedade rural, que pode ser utilizado como base na geração de um relatório geral do conjunto de estabelecimentos avaliados (FERREIRA et al., 2012). Esse relatório pode contribuir de forma geral com a interpretação socioeconômica e ambiental do sistema agrícola de uma determinada localidade.

#### Adoção da abordagem sistêmica

A compreensão dos sistemas ambientais abrange aspectos relacionados às atividades humanas e como essas atividades tendem a constituir qualquer tipo de perturbação ou impacto aos sistemas naturais. A abordagem sistêmica se opõe ao reducionismo e é utilizada como uma noção-apoio para designar todo o conjunto de relações entre partes que formam um todo (MORIN, 2005). Sob a ótica da abordagem sistêmica, a avaliação da sustentabilidade dos sistemas agrícolas abrange a ação de cada elemento envolvido na produção, como aqueles formados por recursos técnicos e recursos ambientais.

Na execução do IDEA os elementos são analisados em escalas independentes e não cumulativas (VILAIN, 2008), o que o desvincula da ação integrativa da abordagem sistêmica. Os indicadores são agrupados formando índices dentro de cada componente o que, por sua vez, são agregados para gerar o índice correspondente a cada escala de sustentabilidade. Os valores de cada escala são analisados individualmente sem ser somados, para que não haja compensação de uma escala sobre a outra, o que poderia mascarar a realidade. Entretanto, apesar de não haver a geração de um índice (valor) de sustentabilidade, os resultados de cada escala podem ser analisados de forma integrada.

No ISA, seus indicadores exibem características da abordagem sistêmica, apesar de ser um método normativo. O método procura abranger vários aspectos que levam a compreensão da agricultura sustentável. As três dimensões (Econômica, Social e Ambiental) propostas pelo método são analisadas individualmente, e posteriormente, somados para a geração de um índice de sustentabilidade. A partir do índice gerado, a sustentabilidade é analisada observando a complexidade das partes do sistema e do todo.

O método APOIA Novo-Rural utiliza a abordagem sistêmica no processo de avaliação da sustentabilidade e propõe a integração do impacto ambiental aos aspectos sociais, econômicos nas dimensões avaliadas. O APOIA adota cinco dimensões (Ecologia da paisagem, Qualidade dos comportamentos ambientais – atmosfera, água e solo- Valores socioculturais, Valores econômicos e Gestão e Administração). Cada dimensão propõe a formação de um índice, que quando agrupados formam um índice geral de impacto ambiental. Este método considera a interação entre os indicadores com foco na identificação e quantificação de *trade-offs* entre as diferentes dimensões.

Uma das dificuldades da avaliação da sustentabilidade com a abordagem sistêmica está na operacionalização do conceito de sistema durante a interpretação dos resultados. A noção conceitual de sistema adiciona uma dinâmica de complexidade à ideia de sustentabilidade dos sistemas agrícolas, o que desafia os pesquisadores e técnicos a um trabalho interdisciplinar, rompendo barreiras entre os diferentes setores que compõem a agricultura e a pecuária (MARZALL; ALMEIDA, 2000).

O pressuposto base da abordagem sistêmica está na complexidade ambiental, a qual não permite ao homem entender o funcionamento dos sistemas em sua totalidade (SANCHEZ; MATOS, 2012). A concepção de complexidade explica a não linearidade do sistema, sua dinâmica e capacidade de recuperação após uma perturbação. Em agroecossistemas, os vários comportamentos (equilíbrio e desequilíbrio) que o sistema pode

apresentar, ao longo do tempo, mostra a complexidade do mesmo, em relação às suas condições iniciais (equilíbrio) e perturbações (desequilíbrio) (SILVA NETO, 2009).

A importância da abordagem sistêmica está na compreensão integrada das habilidades funcionais que representam cada parte do sistema. No método IDEA, apesar de ser um método normativo, seus indicadores apresentam características sistêmicas que levam à compreensão integrada dos aspectos ambientais, sociais e econômicos da agricultura. Nota-se que alguns indicadores utilizados em uma escala podem se repetir em outra, o que demonstra a preocupação em mostrar que um mesmo elemento pode ser influenciado ou influenciar de forma diferente outro aspecto do sistema.

Cândido et al. (2015) ao analisarem o método IDEA ressaltaram que este método, apesar de possuir indicadores que representem as diversas partes do sistema, falha em apresentar uma abordagem sistêmica, por não promover a interação entre essas partes. Entretanto, observa-se que esta condição pode ser contornada a partir da interpretação dada pelo pesquisador ou executor do método, de modo que se observe as influências que um elemento pode produzir em outro elemento e consequentemente na totalidade do sistema estudado.

No APOIA Novo-Rural, a integração sistêmica dos elementos ocorre desde a seleção dos indicadores até a agregação final do índice de impacto ambiental. Esse efeito de agregar elementos de diferentes naturezas em uma mesma dimensão é considerado pelos autores do método como a grande vantagem em relação a outros métodos disponíveis (RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2003), isso por que rompe com a análise disciplinar entrelaçando as intervenções antrópicas nas mudanças ambientais.

#### Nível de participação dos *stakeholders*

Nos três métodos, o envolvimento de *stakeholders* limita-se às etapas de aplicação e monitoramento dos indicadores. O agricultor é responsável pelo fornecimento dos dados, não podendo classificá-lo de maneira pessoal. No IDEA, a classificação dos indicadores é predefinida por especialistas em um processo chamado *top-down*. Neste tipo de processo os critérios de avaliação são revisados criticamente por pesquisadores e complementados de acordo com as concepções teóricas relacionadas ao desenvolvimento sustentável (BINDER; FEOLA, STEINBERGER, 2010). No APOIA e no ISA, a seleção dos indicadores pode ser tanto derivada de pesquisadores (*top-down*) ou em um processo transdisciplinar (*bottom-up*).

O IDEA, por se tratar de uma ferramenta de autoavaliação, para o fornecimento de dado incluem-se também, por meio de notas, a opinião do agricultor quanto aos aspectos que envolvem a qualidade de vida e qualidade do território. Apesar do processo *top-down* favorecer a comparação entre os diversos sistemas, uma das desvantagens dessa abordagem é a baixa participação do público-alvo na definição dos procedimentos de avaliação, dificultando a execução das recomendações que tornam os sistemas mais sustentáveis (CANDIDO et al., 2015).

#### Nível de adequação e flexibilidade em diferentes realidades

Os sistemas agrícolas são heterogêneos, formados por subconjuntos que agrupam diferentes sistemas, potencial abiótico (relevo, geologia, clima, hidrologia), bióticos (comunidades vivas, vegetais e animais) bem como diferentes formas de utilização e exploração socioeconômica (BERTRAND, 2009). Considerando os diferentes contextos, os níveis de adequação e flexibilidade do método de avaliação da sustentabilidade são características importantes para a reaplicação do método.

A flexibilidade acontece na medida que o avaliador define o conceito de sustentabilidade e identifica os pontos críticos do agroecossistema (CÂNDIDO et al., 2015). As adequações relacionam-se a necessidade de mudanças em relação a realidade investigada. Neste sentido, os três métodos de avaliação da sustentabilidade apresentam matrizes rígidas, com indicadores e sistema de avaliação pré-definidos.

A matriz de indicadores e cálculos do IDEA apresenta uma padronização ajustada ao contexto dos sistemas agrícolas franceses e europeus, o que dificulta sua aplicabilidade em outros contextos sem que haja adaptações. O método apesar de possuir uma matriz rígida tem se mostrado flexível quanto as adaptações, sendo aplicado em países como Tunísia, México e Brasil (M'HAMDI et al., 2017; SALAS-REYES et al., 2015; JESUS, 2003). Para sua reprodução dentro do contexto brasileiro, foram necessárias principalmente adaptações nos sistemas de cálculo de alguns indicadores, bem como a exclusão de indicadores por dificuldades de mensuração ou estimativa ou por não ser adequáveis ao Brasil.

Por outro lado, a matriz do APOIA Novo-Rural e o ISA foram desenvolvidas e validados em agroecossistemas brasileiros. Apesar disso, existem relatos da necessidade de adequação do método aos diferentes contextos do Brasil, devido à grande diversidade ambiental, social e econômica. Necessidades de adaptações do APOIA Novo-Rural foram

relatadas por Pereira, 2008; Morais, 2010 e Araújo, 2018. Estes autores destacaram principalmente a necessidade de ajustes nos parâmetros dos indicadores sociais para assim contemplar diferentes sistemas, em especial, os familiares.

O ISA está sendo aplicado por técnicos da EMATER nos diversos municípios do Estado de Minas Gerais desde 2009 e tem demonstrado sensibilidade as variações inter e intrarregionais (FERREIRA et al., 2012). Na reaplicação em agroecossistemas com milho em Assentamentos Rurais em Sergipe, o ISA mostrou-se adaptável a realidade, mas a autora desconsiderou os indicadores do método (Reserva Legal (RL) e Diversificação da paisagem agrícola) por dificuldades de mensuração (SILVA, 2018) no contexto dos assentamentos avaliados.

## **2.6 Considerações finais**

A análise comparativa dos métodos de avaliação da sustentabilidade IDEA, APOIA Novo-Rural e ISA mostra que cada um deles apresenta uma estrutura multidimensional da sustentabilidade agrícola. O conjunto de indicadores de cada método, embora sejam quantitativamente diferentes, contemplam a diversidade de elementos que envolvem os sistemas agrícola.

Observa-se que os diferentes elementos (Manejo e rendimento técnico, Manejo e rendimento socioeconômico, Solo, Água, Ar, Estrutura da paisagem e Recursos Culturais) dentro das diferentes dimensões de avaliação propostas por cada método alcançou a proposta de investigação e observação do sistema, melhorando a escala de abrangência dos métodos. A investigação das habilidades dos sistemas e suas representações de sustentabilidade são os principais pontos fortes, porque leva o agricultor a um olhar crítico de sua propriedade. A visão holística dada pelos indicadores, permite esta compreensão.

As três estruturas em análise mostraram-se particularmente interessantes como ferramentas de prática reflexiva para inserção da sustentabilidade em sistemas agrícolas, especialmente, em escala local. O IDEA por ser uma ferramenta de cunho pedagógico direciona a avaliação para a maior conscientização possível dos processos ambientais que circundam a propriedade rural. No APOIA Novo rural e no ISA, a prática reflexiva é fomentada pela elaboração de relatório final que mostra ao agricultor/ gestor os impactos de sua atividade sobre o meio ambiente, sendo suscetível de ações de extensão para melhorias.

Uma característica comum entre eles é o fato de os três métodos analisados fornecerem cenários. Estes cenários são passíveis de comparações e podem ser usados para análises futuras, fornecendo apoio a tomada de decisão.

A principal diferença exposta pelos métodos está na avaliação integrativa dos indicadores, bem como os *trade-off*. O ISA e o APOIA Novo-Rural fazem uma avaliação integrativa explícita entre os indicadores sociais, econômicos e ambientais e com *trade-off* entre eles pela elaboração de um índice de impacto ambiental. Em contraste, o IDEA não apresenta uma relação integrativa e não há *trade-off* entre as dimensões agroambiental, socio territorial e econômica.

A vantagem do IDEA, em relação ao ISA e ao APOIA Novo-Rural, é que sua estrutura didática favorece a avaliação em um maior número de propriedades rurais, podendo ser avaliadas em conjunto, sendo uma avaliação mais rápida e barata. A desvantagem do IDEA, em relação aos outros dois outros métodos, é a organização e estruturação dos dados para iniciar o processo de avaliação, bem como a dificuldade de obtenção de alguns dados, o que limita a operacionalização de alguns indicadores, principalmente pela necessidade de adequação em escala internacional. Ademais, com a exclusão de certos indicadores, há a necessidade da redistribuição dos pesos entre os indicadores e as componentes.

O APOIA Novo-rural e o ISA, apesar de possuírem indicadores validados a nível mundial, também apresentam necessidades de adaptações para outros países, uma vez que os parâmetros adotados são específicos do contexto brasileiro.

Por fim, é plausível afirmar que os métodos aqui analisados podem ser complementares em processo de avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas, visto que cada um deles explora distintamente seus indicadores, mesmo havendo semelhanças entre a maioria deles.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Cleziane Correia. **Sustentabilidade da monocultura do milho em assentamentos rurais no município de Simão Dias – SE**. 2018. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

BELGIAN PUBLIC PLANNING SERVICE SCIENCE SUPPORT. Framework for assessing sustainability levels in Belgian agricultural systems – SAFE. Report to FEDRA. Brussels; 2003.



BELLEN, Hans Michael Van. Indicadores de sustentabilidade: um levantamento dos principais sistemas de avaliação. **Cadernos EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, v. 2, n.1, mar. 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-39512004000100002> Acesso em: 21 ago. 2016.

BELLEN, Hans Michel van. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

BINDER, Claudia. WIEK, Arnim. Solution spaces for decision-making: a sustainability assessment tool for city-regions. **Environmental Impact Assessment Review**, n. 25, p. 589–608, 2006. Doi:10.1016/j.eiar.2004.09.009

BINDER, Claudia R.; FEOLA, Giuseppe; STEINBERGER, Julia K. Considering the normative, systemic and procedural dimensions in indicator-based sustainability assessments in agriculture. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 30, n. 2, p. 71-78, fev, 2010, <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2009.06.002>

BINDER, C. FEOLA, G. Normative, Systemic and Procedural Aspects: a Review of Indicator-Based Sustainability Assessments in Agriculture. In: MARTA-COSTA, A. SOARES DA SILVA, E. (org.) **Methods and Procedures for Building Sustainable Farming Systems**. Springer. Dordrecht: Springer, 2012, p. 33-46. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-5003-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-94-007-5003-6_4)

BRIQUEL, Vincent; VILAIN, Lionel et al. La méthode IDEA (indicateurs de durabilité des exploitations agricoles): une démarche pédagogique. **Ingénieries**, n.25, p. 29-39, mar. 2001.

CAMINO, V.R.; MULLER, S. **Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales: bases para establecer indicadores**. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura, Proyecto IICA/GTZ, 1993, 134 p.

CÂNDIDO, Gesinaldo de Ataíde.; NÓBREGA, Mariana Moura.; FIGUEIREDO, Marília Taynah Martins de.; SOUTO MAIOR, Mônica Maria. Avaliação da sustentabilidade de unidades de produção agroecológicas. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 99-120, jul.-set. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v18n3/1809-4422-asoc-18-03-00099.pdf> Acesso em: 17 jul. 2018.

CMMAD - Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

DANIEL, O.; COUTO, L.; SILVA, E.; PASSOS, C.A.M.; JUCKSH, I.; GARCIA, R. Sustentabilidade em sistemas agroflorestais: indicadores socioeconômicos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n.1, p. 159 - 175, 2000.

DEPONTI, C.M.; ECKERT, C.; AZAMBUJA, J.L.B. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, out/dez. 2002.

FERREIRA, J. M. L.; VIANA, J. H. M.; COSTA, A. M.; DE SOUSA, D. V.; FONTES, A. A. Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas. In: Adequação socioeconômica e ambiental de propriedades rurais. **Informe Agropecuário - EPAMIG**, Belo Horizonte, v. 33, n. 271, nov./dez. 2012.

HÄNI, F. BRAGA, F. STÄMPFLI, A. KELLER, T. FISCHER, M. PORSCHE, H. RISE: a tool for holistic sustainability assessment at the farm level. **Int Food Agribus Manage Rev.** n.6, p. 78-90, 2003.

JESUS, Eli Lino de. **Avaliação da Sustentabilidade Agrícola: uma Abordagem Conceitual e Metodológica.** 2003. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2003.

MARZALL, K.; ALMEIDA, J. Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas: estado da arte, limites e potencialidades de uma nova ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.17, n.1, p.41-59, jan./abr. 2000.

LÓPEZ-RIDAURA, S.; MASERA, O.; ASTIER, M. Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems: the MESMIS framework. **Ecological Indicators**, v.2, n. 1, p. 135-148, nov. 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S1470-160X\(02\)00043-2](https://doi.org/10.1016/S1470-160X(02)00043-2) Acesso em: 13 out. 2018.

LOPEZ-RIDAURA, S. Multi-Scale Sustainability Evaluation: A framework for the derivation and quantification of indicators for natural resource management systems. **Ph. D. Thesis**, Wageningen University, 2005. Disponível em: [edepot.wur.nl/121701](http://edepot.wur.nl/121701) Acesso em: 11 out. 2018

MAGALHÃES JR, Antônio Pereira. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidades e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa.** 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

M'HAMDI, Naceur.; DAREJ, Cyrine.; M'HAMDI, Hajer.; ATTIA, Khaoula.; LANOUAR, Latifa.; CHOUCHE, Rana.; SADKAoui, Ghazi.; ABBES, Adel. Assessment of Sustainability of Smallholder Beef Cattle Farms in the North of Tunisia. **Journal of Animal Research and Nutrition**, v.2, n.1, 2017. DOI: 10.21767/2572-5459.100023

MORAES, Marco Antônio Vieira. **Aplicação do sistema de avaliação ponderada de impacto ambiental do novo rural em assentamentos rurais no estado do Mato Grosso.** 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2010.

MORAES, M.A.V.; MELO SOUSA, R. A. T.; COSTA, R. B.C.; DORVAL JR, R. T. Impacto ambiental em assentamentos da reforma agrária no Mato Grosso. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 42, n. 3, p. 587 - 598, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v42i3.19462>

MORIN, Edgar, 1921. **Ciência com consciência.** 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

OECD - Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico. **Environmental indicators: development, measurement and use**. Paris: OECD, 1993.

OECD - Organization For Economic Co-Operation And Development Environmental. **Environmental Indicators For Agriculture: Concepts and Framework**. OECD, v.1, 1999. Disponível em: <https://www.oecd.org/tad/sustainable-agriculture/40680795.pdf> Acesso em: 05 jul. 2018.

PEREIRA, Dalton Rocha. **Avaliação da sustentabilidade de unidades familiares de produção do Alto Rio Pacuí, Montes Claros – MG, por meio da metodologia APOIA- Novo Rural**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2008.

PRETTY, Jules. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. **Philosophical Transactions of Royal Society**, B 363, p. 447-465, 2008. doi:10.1098/rstb.2007.2163

RIGBY, D.; WOODHOUSE, P.; YOUNG, T. BURTON, M. Constructing a farm level indicator of sustainable agricultural practice. **Ecological Economics**, v. 39, n. 3, p. 463-478, dez, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(01\)00245-2](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(01)00245-2)

RODRIGUES, G.S.; CAMPANHOLA, C. Sistema integrado de avaliação de impacto ambiental aplicado a atividades do Novo Rural. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.38, n.4, p.445-451, 2003.

ROMANO, P. Adequação socioeconômica e ambiental de propriedades rurais: caminho para a sustentabilidade. **Informe Agropecuário** – EPAMIG, v. 33, n. 271, nov. /dez. 2012.

SALA, Serenella.; CIUFFO, Biagio.; NIJKAMP, Peter. A systemic framework for sustainability assessment. **Ecological Economics**, v.119, p. 314-325, nov. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.09.015> Acesso em: 05 fev. 2018.

SANCHEZ, Gabriela Fernandez.; MATOS, Márcia Monteiro. Marcos metodológicos para sistematização de indicadores de sustentabilidade da agricultura. **[SYN]THESIS**, Rio de Janeiro, v.5, n. 2, p. 255-267, 2012.

SANTOS, Rosely Ferreira dos. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

SILVA, Crislaine Santos da. **Avaliação da sustentabilidade do sistema de produção do milho em assentamentos rurais no município de Simão Dias-SE, utilizando o método ISA**. 2018. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

SILVA NETO, Benedito. A agronomia e o desenvolvimento sustentável: por uma ciência da complexidade. In.: Desenvolvimento em Questão: revista do Programa de Pós-Graduação em desenvolvimento. Unijuí: Ijuí Editora, ano 7, n. 13, Jan/jun., 2009.

SMITH, C. S.; MCDONALD, G.T. Assessing the sustainability of agriculture at the planning stage. **Journal of Environmental Management**, v. 52, n.1, p. 15-37, Jan. 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1006/jema.1997.0162> Acesso em: 05 nov. 2018.

SMYTH, A.J.; DUMANSKI, J. FESLM: an international framework for evaluating sustainable land management. **Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)**, 1993. Disponível em: [www.fao.org/docrep/t1079e/t1079e00.htm](http://www.fao.org/docrep/t1079e/t1079e00.htm) Acesso em: 05 nov. 2018.

TAVARES, Edson Diogo. **Da agricultura moderna à agroecologia: análise da sustentabilidade de sistemas agrícolas familiares**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil; Embrapa, 2009.

VAN CAUWENBERGH, N.; BIALA, K.; BIELDERS, C.; BROUCKAERT, V.; FRANCHOS, L, et al. SAFE: a hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 120, n. 2-4, p. 229-242, mai. 2007. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.09.006>

VERONA, Luiz Augusto Ferreira. A Real Sustentabilidade dos Modelos de Produção da Agricultura: Indicadores de Sustentabilidade na Agricultura. **Epagri Horticultura Brasileira**, Chapecó, v. 28, n. 2, jul. 2010.

VIEIRA, Mário Sérgio Costa. **Aplicação do método IDEA como recurso didático-pedagógico para avaliação da sustentabilidade de propriedades agrícolas no município de Rio Pomba - MG**. 2005. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Universidade Federal Rural do Rio Janeiro, Seropédica, 2005.

VILAIN, L.; GIRARDIN, P.; MOUCHET, C.; VIAUX, P.; ZAHM, F. La méthode IDEA, indicateurs de durabilité des exploitations agricoles: guide d'utilisation, Dijon: Educagri, 2008. Disponível em: <http://www.idea.portea.fr/> Acesso em: 10 set. 2018.

ZAHM, Frédéric.; VIAUX, Philippe.; GIRARDIN, Philippe.; VILAIN, Lionel.; MOUCHET, Christian. Farm sustainability assessment using the IDEA method: from the concept of farm sustainability to case studies on French farms. **Sustainable Development**, n.16, 2008, p. 271-281. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sd.380/epdf> Acesso em: 31 de ago. 2018.

## **Capítulo III:**

**CENÁRIOS DA SUSTENTABILIDADE EM ASSENTAMENTOS RURAIS  
NO AGRESTE SERGIPANO: UMA AVALIAÇÃO PELO MÉTODO IDEA**

## **Cenários da sustentabilidade em assentamentos rurais no Agreste sergipano: uma avaliação pelo método IDEA**

### **Resumo**

A agricultura sustentável baseia-se na relação de equilíbrio entre as componentes econômicas, ecológicas e sociais que envolvem este setor. A utilização de ferramentas que medem a sustentabilidade ao nível de propriedade rural tem sido cada mais útil para o desenvolvimento de estratégias que visam uma atividade agrícola economicamente rentável, socialmente justa e conservação dos recursos naturais a longo prazo. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a sustentabilidade das propriedades com cultivo de milho (*Zea mays*) em Assentamentos Rurais no município de Simão Dias, região do Agreste sergipano, utilizando o método IDEA. O método IDEA é um sistema de pontuação estruturado em três escalas de sustentabilidade (Agroecológica, Socio territorial e Econômica), as quais subdividem-se em três ou quatro componentes que agrupam um total de 42 indicadores. Neste estudo, a sustentabilidade foi limitada pela escala Agroecológica (34/100) no Assentamento Rural Oito de Outubro e pela escala Sócio territorial (49,3/100) Assentamento Rural 27 de Outubro. A limitação da escala Agroecológica foi observada nos indicadores das componentes Diversificação e Organização do espaço, os quais demonstraram a baixa diversidade ecológica dos sistemas agrícolas de monoculturas e seu impacto quanto a qualidade do meio ambiente. Já a limitação da escala Sócio territorial mostrou por meio dos indicadores da componente Qualidade dos produtos e do território a necessidade melhorias a nível territorial, que incluem, principalmente, avanços em relação à qualidade da paisagem e acesso a serviços básicos de saneamento e coleta de lixo.

**Palavras-chaves:** Agricultura Sustentável. Sistema familiar. Método IDEA.

### **Abstract**

Sustainable agriculture is based on the balance among the economic, ecological and social components that surround this sector. The use of tools that measure sustainability at the level of the rural property has been most useful for the development of strategies that aim an economically profitable and socially just agricultural activity, besides the conservation of natural resources in the long term. Thus, the objective of this work was to evaluate the sustainability of properties with maize crops (*Zea mays*) in rural settlements from Simão Dias municipality, in Sergipe's region, by using the IDEA method. The IDEA method is a scoring system structured in three sustainability scales (Agroecological, Socio-territorial and Economic), which are subdivided into three or four components with 42 indicators reunited. In this study, the sustainability was limited by the Agroecological scale (34/100) in the Oito de Outubro rural settlement and by the Socio-territorial scale (49.3/100) in the 27 de Outubro rural settlement. The limitation of the Agroecological scale was observed in the indicators of the components Diversification and Organization of Space, which demonstrated the low ecological diversity of monoculture agricultural systems and their impact on the quality of the environment. On the other hand, through the indicators of the component Product and Territory Quality, the limitation of the Socio-territorial scale showed the need for improvements at the territorial level, which mainly include advances related to the quality of the landscape and access to sanitation and garbage collection services.

**Keywords:** Sustainable agriculture. family system. IDEA method;

### 3.1 Introdução

O sistema de produção do milho em grãos tem se expandido na região Agreste e semiárida de Sergipe a cerca de duas décadas. Este processo de expansão, baseado na monocultura, tem modificado as características da produção do Estado e, ao mesmo tempo, levantado questionamentos sobre os impactos sociais, econômicos e ambientais deste sistema em relação a agricultura sustentável, principalmente em assentamentos rurais. A produção de milho em grãos em Sergipe possui apenas uma safra e, esta, representa aproximadamente 12% da produção total da região Nordeste do Brasil (CONAB, 2018). O município de Simão Dias ocupa a posição de segundo maior produtor de milho em grãos do Estado de Sergipe (IBGE, 2017), com área de 30.400 ha plantados no ano de 2016. Neste município, destacam-se os Assentamentos Rurais Oito de Outubro e 27 de Outubro, cuja produção de milho em grãos é a principal atividade econômica.

Estes assentamentos fazem parte do movimento de Reforma Agrária incitados no Brasil, principalmente, a partir da década de 1990. O Estado de Sergipe possui 243 assentamentos rurais com cerca de 10.972 famílias assentadas. A redistribuição das terras e o desenvolvimento das atividades sociais e econômicas tiveram como meta promover a subsistência de populações rurais carentes, por meio da desapropriação de terras improdutivas. Os projetos de Assentamentos Oito de Outubro e 27 de Outubro foram oficialmente criados no ano de 1998 por iniciativa do Governo Federal a partir da desapropriação da Fazenda Quingimbe/Floresta, localizada na comunidade do Cumbe, a aproximadamente 9 Km da Sede do Município de Simão Dias (ALMEIDA, 2006). Estes assentamentos são distintos em relação à sua estrutura, formação e composição das famílias distinguindo-se também em relação ao processo produtivo adotado em cada um.

O Assentamento Oito de Outubro é formado, em maioria, por agricultores consolidados da agricultura familiar oriundos do município de Paripiranga, Estado da Bahia, vinculados ao Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST). O PA do Assentamento Oito de Outubro é composto por 81 famílias assentadas e possui uma área total de 1.859,9 ha, formado por lotes de residência (agrovilas) e lotes produtivos correspondente a cerca de 18 ha cada lote.

Por outro lado, o Assentamento 27 de Outubro é formado por agricultores, trabalhadores rurais e outras categorias de trabalhadores e excluídos sociais que ingressaram no MST. O PA do Assentamento 27 de Outubro possui área total de 777.813 ha e tem

capacidade para 37 famílias assentadas, sendo ocupadas por apenas por 35 famílias. É formado por lotes residenciais e lotes produtivos de aproximadamente 18 ha cada lote.

Diferenças no conhecimento prévio da agricultura, na afinidade dos assentados em relação ao uso e ocupação do solo podem refletir em diferentes pressões das atividades agrícolas sobre seu território, tanto em termos socioeconômicos quanto ambientais. As pressões que as atividades agrícolas causam ao meio ambiente podem ser minimizadas com a condução de sistemas agrícolas mais sustentáveis e baseados na integração de processos biológicos e ecológicos, com utilização mínima de insumos não renováveis que causam danos ao meio ambiente.

Nesse sentido, é relevante a necessidade de avaliar a sustentabilidade dos sistemas de produção em assentamentos rurais, como meio de identificar as principais limitações e potencialidades destas propriedades quanto à agricultura sustentável e a sua capacidade de promover e sustentar o desenvolvimento social e econômico. Ademais, a avaliação da sustentabilidade desempenha papel fundamental no planejamento e no desenvolvimento de políticas públicas, auxiliando nas tomadas de decisões (BELLEN, 2004).

O método IDEA é uma ferramenta que analisa a nível da propriedade e em um determinado período de tempo, os aspectos que impõem limitações ao sistema de produção em relação aos pilares da sustentabilidade agroecológica, sócio territorial e econômica.

Assim, o objetivo deste artigo foi avaliar a sustentabilidade de propriedades com cultivo de milho em grãos (*Zea mays*) em assentamentos rurais da mesorregião de Agreste sergipano, município de Simão Dias - SE, Brasil, utilizando o método IDEA.

### **3.2 Método IDEA: uma ferramenta de avaliação da sustentabilidade agrícola**

O método Indicadores de Sustentabilidade de Explorações Agrícolas (IDEA) é um modelo de avaliação da sustentabilidade em uma propriedade ou em um sistema agrícola, desenvolvido por pesquisadores, agrônomos e profissionais da educação da França. O IDEA possui três versões publicadas (VILAIN et al., 2000; VILAIN et al., 2003; VILAIN et al., 2008), todas estruturadas em um sistema composto por três escalas de avaliação: a Agroecológica, Socio-territorial e Econômica.

Na versão 3 (VILAIN et al., 2008), as escalas Agroecológica e Socio-territorial, subdividem-se em 3 componentes, enquanto 4 componentes formam a escala Econômica. Estas 10 componentes, por sua vez, subdividem-se em 42 indicadores, os quais baseiam-se



nos objetivos da agricultura sustentável. O método IDEA propõe 16 objetivos para avaliação da sustentabilidade: autonomia, biodiversidade, proteção da paisagem, proteção do solo, proteção da água, atmosfera, recursos renováveis, bem-estar animal, qualidade do produto, ética, desenvolvimento humano, desenvolvimento local, qualidade de vida, cidadania, adaptabilidade e emprego (VILAIN et al., 2008).

A Escala Agroecológica tem como objetivo analisar a capacidade da propriedade em utilizar os recursos naturais a um menor custo ambiental possível. Para isso, mede-se a diversificação, a organização espacial da superfície agrícola, os impactos do uso de fertilizantes e pesticidas químicos, o risco de erosão, a dependência externa de ração animal e combustíveis fósseis (VILAIN, 2005). Essa escala inclui indicadores que ilustram a aptidão das propriedades de serem autônomas em relação ao uso de recursos não renováveis e de manterem um gerenciamento adequado da superfície agrícola. De acordo com o IDEA, quanto mais diversificadas forem os sistemas de produção agrícola, maior a sua sustentabilidade Agroecológica.

A Escala Socio-territorial visa caracterizar a relação que a propriedade possui com o seu território e a sociedade. Seus indicadores buscam avaliar a qualidade de vida do agricultor, a contribuição do mercado e dos serviços prestados ao território (ZAHM et al., 2008). Esta é a única escala que não está ligada ao sistema de produção. O objetivo desta escala é o modo de vida do agricultor, cuja avaliação, em termos de sustentabilidade, significa a criação de referências coletivas e a autoavaliação por parte dos produtores (M'HAMDI et al., 2017).

A Escala Econômica tem como objetivo avaliar o sistema de produção agrícola diante das flutuações do mercado e de suas incertezas, além de analisar a parte técnica e financeira da propriedade a partir dos resultados econômicos (ZAHM et al., 2008). Os indicadores desta escala observam os aspectos que contribuem para fortalecer a propriedade rural e a cadeia produtiva a curto, médio e longo prazo (ILARI-ANTOINE et al., 2014). Assim, são observados aspectos relacionados à renda, custos operacionais, independência financeira, previsão de perenidade das propriedades pela presença de sucessores e, por fim, a capacidade da propriedade de se adaptar às alterações de financiamento e de subsídio do Governo (ZAHM et al., 2008).

Cada escala possui peso igual e pontuação que varia de 0 a 100. As três componentes da Escala de Sustentabilidade Agroecológica e Sócio territorial possuem valores máximos que

variam entre 33 e 34 e na Escala de Sustentabilidade Econômica as suas quatro componentes possuem valores máximos que variam de 25 a 30 pontos (APÊNDICE B).

O escore de cada componente, por sua vez, é dado pelo somatório dos pesos dos indicadores, os quais variam em função do grau de importância do indicador dentro das componentes e da escala. A pontuação zero de um indicador não significa necessariamente ausência da sustentabilidade, mas uma deficiência que pode ter espaço para melhorias (BRIQUEL et al., 2001). Quanto maior a pontuação do indicador, mais sustentável é a propriedade no aspecto medido.

O IDEA se baseia na coleta de informações fornecidas pelo agricultor, de modo que sua participação se torna imprescindível durante o processo de avaliação. O método conta com perguntas autoavaliativas em relação a qualidade do território e funções desempenhadas pela propriedade. A participação do agricultor expressa o direcionamento didático do método IDEA em relação ao diagnóstico e observação da própria conduta do agricultor na gestão da propriedade.

Diferentemente de outros métodos de avaliação da sustentabilidade, o IDEA não apresenta um valor fixo que define a sustentabilidade e sim aponta qual escala é a mais limitante para a sustentabilidade e para qual devem ser direcionadas as medidas corretivas, baseando-se na menor pontuação obtida.

O método IDEA foi utilizado por diversos autores na avaliação de atividades agrícolas, mostrando ser uma ferramenta útil na avaliação de pequenas propriedades, bem como na avaliação temporal de uma atividade específica (FADUL-PACHECO et al., 2013; SALAS-REYES et al., 2015; M'HAMDI et al., 2017; ILARI-ANTOINE et al., 2014). Ademais, o método mostra-se sensível às mudanças sofridas por uma atividade agrícola ao longo do tempo.

O método IDEA foi utilizado para avaliar a sustentabilidade em condições temperadas sub-úmidas, em 22 fazendas leiteiras de pequenos produtores do México, os quais identificaram que a sustentabilidade foi menor na escala econômica (43/100) (FADUL-PACHECO et al., 2013). Os autores concluíram que o método IDEA foi uma ferramenta útil à avaliação de sustentabilidade de sistemas lácteos de pequena escala, pois abriu caminho para fortalecer as práticas que podem tornar esses sistemas mais sustentáveis.

Salas-Reyes et al. (2015) avaliaram a sustentabilidade de fazendas de gado na região subtropical do México em duas estações, uma chuvosa e uma seca. Os autores identificaram que a sustentabilidade dessas fazendas foi limitada pela escala econômica que apresentou a

menor pontuação (60/100), devido aos fatores relacionados às práticas de manejo altamente dependente de produção externa, principalmente durante a estação seca.

M'hamdi et al. (2017) utilizaram o método IDEA para avaliar sustentabilidade das pequenas explorações de gado de corte no Norte da Tunísia e tiveram a escala sócio territorial como a limitante (30,15/100). Para os autores os resultados dos indicadores sociais indicaram possíveis caminhos de desenvolvimento para fazendas com foco na qualidade dos produtos.

Ilari-Antoine et al. (2014) utilizam os indicadores da dimensão econômica do método IDEA para avaliar a sustentabilidade econômica de sistemas de criação de porcos em cinco principais países europeus produtores de suínos. Os autores concluíram que todos os indicadores econômicos do IDEA foram importantes para descrever a variabilidade dos sistemas das fazendas, sublinhando a robustez da ferramenta e sua consistência com a realidade dos países europeus produtores de suínos.

No Brasil, o método IDEA foi adaptado por Jesus (2003) para avaliar a sustentabilidade em 15 fazendas no Estado do Rio de Janeiro. Neste estudo, o IDEA identificou a Escala Agroecológica como a limitante a agricultura sustentável, por apresentar menor pontuação em relação as outras escalas de sustentabilidade (40,26/100). Para o autor, a ferramenta foi eficiente, didática e de grande valia para trabalhos em equipes multidisciplinares.

### **3.3 Materiais e métodos**

#### **3.3.1 Descrição da área de estudo**

Foram selecionados os Assentamentos Rurais de Reforma Agrária Oito de Outubro (10°39'85" S e 37°44'59" O) e 27 de Outubro (10°39'03" S e 37°42'52" O) localizados no município de Simão Dias, Sergipe, Brasil. Este município pertence a Mesorregião do Agreste sergipano (SEMARH, 2012), possuindo precipitação média anual de 867 mm com chuvas concentradas no inverno, especialmente no mês de Maio (CRUZ et al., 2014), altitude de 250 m e temperatura média anual de 23,4°C. A região se insere no domínio do bioma Caatinga com características hiperxerófilas e espécies vegetais que podem suportar até 10 meses de estiagem. O relevo é suavemente ondulado com ocorrência de solos do tipo Cambissolos Háplicos Carbonáticos, Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos e Neossolos Litólicos eutróficos (IBGE, 2011). Especificamente, na área dos assentamentos selecionados,

predominam Neossolos Litólicos eutróficos solos com pouca profundidade, presença de rocha e alta fertilidade (GOMES et al., 2007).

### 3.3.2 Planejamento amostral

Para a avaliação da sustentabilidade selecionaram-se dois assentamentos (Assentamento rural Oito de Outubro e o Assentamento rural 27 de Outubro) por serem representativos, contrastantes e estarem inseridos em um dos principais municípios produtores de milho do Estado. A seleção das propriedades de cada assentamento fundamentou-se em dois critérios pré-definidos: 1) os proprietários que residem no assentamento e; 2) histórico de cultivo de milho maior ou igual a 5 anos. Assim, seguindo estes critérios, o universo da pesquisa foi composto por 57 agricultores no Assentamento Oito de Outubro e 15 agricultores no Assentamento 27 de Outubro.

Definido o universo de pesquisa, adotou-se na sequência a técnica de amostragem qualitativa, não probabilística, *snow ball sampling* ou Amostragem Bola de Neve (GOODMAN, 1961). Basicamente, a técnica consiste na seleção do agricultor, a partir da indicação de um outro agricultor, assim sucessivamente, até atingir um “ponto de saturação”, momento em que as informações obtidas se repetem (BIERNACKI et al., 1981; BALDIN, 2011). Desta forma, participaram desse estudo, 30 agricultores do Assentamento Oito de Outubro e 8 agricultores do Assentamento 27 de Outubro (representando aproximadamente 50% do universo da pesquisa em ambos assentamentos).

### 3.3.3 Aplicação do método IDEA

Para avaliação da sustentabilidade das propriedades rurais selecionadas utilizou-se o método IDEA versão 3 (VILAIN, et al., 2008). Algumas adaptações foram realizadas na metodologia original, a fim de adequá-la ao contexto das propriedades rurais do Brasil e especificamente ao Estado de Sergipe (Tabela 3.1). Dos 42 indicadores propostos pela versão 3 do IDEA, dois não foram utilizados: o B12 (Contribuição ao equilíbrio alimentar mundial) por não ser aplicável ao Brasil e o indicador C5 (Transmissibilidade) pela ausência de dados e, por ser, parcialmente, contemplado no indicador B11 (Perenidade prevista). Em função da não inclusão da componente Transmissibilidade na Escala Econômica, para o resultado final desta escala, utilizou-se uma regra de três simples para igualar o peso da escala a 100.

Tabela 3.1 Indicadores do método IDEA modificados para este estudo.

Escala	Indicador	Modificação
Agroecológica	A9 (Contribuição legal para questões ambientais do território)	Segue especificações da legislação brasileira (Lei n. 12.651/2012) quanto à obrigatoriedade de áreas de Reserva Legal e Áreas de Proteção Permanentes (APPs).
	A12 (Adubação)	Segue as modificações propostas por Biret et al. (2017).
	A15 (Tratamento veterinário)	Segue as modificações propostas por Biret et al. (2017).
	A18 (Dependência energética)	Segue as modificações propostas por Biret et al. (2017).
	A14 (uso de Agrotóxico)	O cálculo da Pressão de Poluição segue a proposta de Hirakuri et al. (2012), onde $PP = \text{Peso do PPA} \times N^{\circ} \text{ de aplicações} \times \text{Relação de Dose}$ .
Sócio territorial	B15 (Intensidade do trabalho)	Segue as modificações propostas por Biret et al. (2017).
Econômica	C1 (Viabilidade Econômica da Propriedade)	Baseado em Jesus (2003), com ajuste na escala de pesos.
	C4 (Sensibilidade a ajudas do Governo)	Modificado para Capacidade de investimento e subsídios do Governo no Brasil.

Os dados foram coletados por meio de questionários semiestruturados aplicados diretamente aos agricultores no período de Fevereiro de 2017 a Fevereiro de 2018. Neste mesmo período, foram realizadas visitas aos lotes dos agricultores para acompanhamento da safra daquele ano e para coleta de amostras de solo para caracterização de suas propriedades químicas.

### 3.3.4 Análise dos dados

Os dados foram descritos por métodos estatísticos multivariados. A análise de componentes principais (PCA) foi utilizada para explicar a variação dos dados dentro de cada escala de sustentabilidade (FERREIRA, 2008). A PCA não é recomendada quando se tem mais variáveis do que unidades amostrais (HONGYU; SANDANIELO; OLIVEIRA JR, 2015), no entanto, a mesma foi utilizada para análise do Assentamento 27 de Outubro no intuito de utilizar a mesma abordagem metodológica para comparação dos resultados entre as propriedades.

As similaridades entre as propriedades foram identificadas utilizando a análise hierárquica de Cluster (método vizinho mais distante) e apresentada como um dendograma de distância, onde a maior distância representa menor similaridade entre propriedades (FERREIRA, 2008).

### 3.4 Resultados e discussão

O método IDEA não estabelece um valor ótimo absoluto no qual se define a sustentabilidade de cada escala, mas direciona sua interpretação a partir dos problemas relativos à noção de sustentabilidade (ZAHN et al., 2008). Por isso, neste estudo, baseando-se no conceito de agricultura sustentável (VILAIN et al., 2008; PRETTY, 2007; GLIESMAN 2005), os indicadores que apresentaram as menores escores foram considerados os mais limitantes dentro de cada Escala de Sustentabilidade e os mais importantes para direcionamento de políticas públicas e melhorias dos assentamentos.

#### 3.4.1 Escala Agroecológica

Na Escala Agroecológica, os indicadores Culturas anuais e temporárias, Raças regionais, Cultivos, Gestão de materiais orgânicos, Adubação, Proteção dos solos e Dependência energética obtiveram as menores pontuações (TABELA 3.2).

No indicador Culturas anuais e temporárias, o milho (*Zea mays*) prevaleceu como único cultivo em 86,6 % das propriedades estudadas no Assentamento Oito de Outubro e 75 % das propriedades estudadas no Assentamento 27 de Outubro. A diversificação do cultivo, ocorre unicamente pelo plantio da abóbora (*Curcubita moschata*), em área diferente àquela destinada ao milho. A área destinada a abóbora ocupa menos de 10 % da área total da propriedade e seu cultivo ocorre apenas uma vez por ano. Esses aspectos mostram a prevalência da monocultura do milho em ambos assentamentos e com isso, o processo de simplificação dos ecossistemas naturais e agrícola. A simplificação produtiva da agricultura é contrária à perspectiva ecológica, pois induz a perda de *habitats* naturais e de espécies silvestres benéficas aos serviços ecossistêmicos (ALTIERI, 2012).

No Assentamento Oito de Outubro, a simplificação produtiva é ainda maior devido à extensão da monocultura e à ausência de áreas de diversificação com culturas perenes, como silvicultura, pastagens naturais permanentes ou temporárias. Assim, o indicador Diversidade de culturas perenes nesse assentamento obteve pontuação correspondente a 11,4 % do escore máximo (Tabela 3.2). Ademais, foi observado um alto percentual de ocupação da cultura do milho em relação superfície agrícola utilizada (SAU) representando em média 83 % de ocupação do lote.

Tabela 3.2 Resultado da avaliação da sustentabilidade da Escala Agroecológica para os Assentamentos Rurais Oito de Outubro e 27 de Outubro no município de Simão Dias, Sergipe, Brasil.

Componentes	Indicadores	Símbolo	Média dos resultados		Escore máximo
			Oito de Outubro	27 de Outubro	
Diversidade	Diversidade de culturas anuais e temporárias	A1	2,3	2,5	14
	Diversidade de culturas perenes	A2	1,6	6,5	14
	Diversidade animal	A3	4,3	7,2	14
	Raças Regionais	A4	0,5	1,5	6
	<b>Subtotal</b>		<b>8,7</b>	<b>17,7</b>	<b>33</b>
Organização do espaço	Cultivos	A5	0	2,5	8
	Dimensão das parcelas	A6	1,5	5,8	6
	Gestão de materiais orgânicos	A7	0	0,3	5
	Área de reserva ecológica	A8	3,9	7,5	12
	Contribuição legal para questões ambientais do território	A9	2	4	4
	Avaliação do espaço destinado aos animais	A10	0,8	2,8	5
	Gestão de superfícies forrageiras	A11	0,5	2,1	3
Práticas agrícolas	<b>Subtotal</b>		<b>8,7</b>	<b>25</b>	<b>33</b>
	Adubação	A12	2	2	8
	Tratamento de efluentes orgânicos	A13	2,5	2	3
	Agrotóxico	A14	5,6	6	13
	Tratamento veterinário	A15	1	1,3	3
	Proteção do solo	A16	0,5	0	5
	Irrigação	A17	4	4	4
	Dependência energética	A18	1	1	10
<b>Subtotal</b>			<b>16,6</b>	<b>16,3</b>	<b>34</b>
<b>Total</b>			<b>34</b>	<b>59</b>	<b>100</b>

Fonte: Pesquisa de campo (2017).

O Assentamento 27 de Outubro, por sua vez, apesar de ter o monocultivo de milho como principal atividade econômica, o cultivo dessa cultura não ocorre em toda extensão do lote, em função das limitações impostas pela declividade do terreno. Nele, o plantio do milho é restrito às áreas passíveis de serem mecanizadas, seja pelo uso de tratores e/ou implementos agrícolas, o que totaliza aproximadamente entre 30 e 40 % da superfície agrícola disponível. O restante da SAU é subdividido em áreas de pastagem, o que permitiu o aumento do escore da componente Diversidade, tanto pelo aumento da Diversidade de culturas perenes, bem como da Diversidade animal, promovida pela pecuária extensiva de corte e leite, criação de ovelhas e de suínos.

No Oito de Outubro, a produção animal ficou restrita à pecuária bovina e à criação de ovinos. Em média, 70 % das propriedades deste assentamento criam gado, enquanto a criação de ovelhas ocorre em 13,3 % das propriedades. Em todas as propriedades o rebanho bovino é

mestiço e entre os ovinos há o predomínio da raça Santa Inês, uma raça que possui notadamente alto potencial de adaptação e reprodução nas zonas semiáridas do Nordeste Brasileiro (SOUZA; LOBO; MORAIS, 2003). A baixa representatividade de raças regionais selecionadas, entre os produtores, limitou a pontuação do indicador Raças regionais, cuja pontuação foi apenas 8,3% do escore máximo.

Apesar da pecuária bovina ser representativa em ambos assentamentos, os resíduos animais contabilizaram uma contribuição inexpressiva na adubação da lavoura, o que justificou o resultado nulo do indicador Gestão de materiais orgânicos para o Assentamento Oito de Outubro e baixo (0,3 de 5 pontos) para o 27 de Outubro. Como consequência o indicador Adubação atingiu apenas 2 pontos, em um total de 8 pontos, nos dois assentamentos, explicados pelo uso preponderante de fertilizantes químicos (Tabela 3.2). Os resíduos animais, após o processo de compostagem, são uma fonte de matéria orgânica contribuindo com o fornecimento de nitrogênio e outros nutrientes às plantas, que traz melhorias à fertilidade e à atividade biológica do solo. Assim, a adoção e manejo da adubação orgânica durante o cultivo de milho reduz os custos de produção, especialmente em relação à fertilização nitrogenada (ZAHN et al., 2008), nutriente que apresenta correlação direta com a produtividade do milho (SOBRAL et al., 2007) e que, ao longo dos anos, tem sido exigidos em quantidades maiores pelos cultivares cada vez mais produtivos. Embora os resíduos gerados pela pecuária não estejam incluídos no cronograma de fertilização da lavoura de milho nos assentamentos estudados, os mesmos são adicionados ao solo por meio das excreções dos animais durante o pastejo dos restos culturais do milho. As excreções dos animais, na forma de esterco e de urina, em sistemas de rotação lavoura-pecuária, a depender da intensidade de pastejo, influenciam na dinâmica da matéria orgânica do solo, mantendo seu nível de qualidade biológica (SOUZA et al., 2010).

Os restantes da palhada do milho servem como forragem para os animais. Mesmos os agricultores que não possuem criações de animais utilizam-se desta prática arredando sua área para terceiros. Ao mesmo tempo em que se tem um aumento na disponibilidade de forragem animal, o pastejo contínuo dos restos culturais do milho, em 27 propriedades do Oito de Outubro e em todas as propriedades do 27 de Outubro, associado a ausência de práticas conservacionistas acarretaram no baixo escore do indicador Proteção do solo, para ambos assentamentos (Tabela 3.2). Nesse tipo de sistema de manejo, aumenta-se a exposição do solo ao risco de erosão superficial e em sulcos, em função da retirada da matéria seca, que serve tanto como cobertura do solo como entrada de carbono para formação da matéria orgânica do



solo (NICOLOSO et al., 2008). O maior impacto das gotas da chuva e a menor agregação destes solos, quando em terrenos declivosos, associado ao horizonte incipiente e raso dos Neossolos Litólicos, predominantes nas áreas dos assentamentos (GOMES et al., 2007), têm favorecido o aumento do processo de erosão nas propriedades.

Quanto ao indicador Dependência energética, tem-se uma pontuação correspondente a apenas 10 % do escore máximo tanto no Assentamento Oito de Outubro quanto no 27 de Outubro (Tabela 3.2). Esse resultado justifica-se pela alta mecanização nas etapas de plantio e colheita do milho em todas as propriedades, com utilização de energia fornecida por Óleo Diesel mineral, um recurso natural não-renovável, que durante sua produção e queima produz diversos impactos negativos ao meio ambiente (PRETTY, 2007).

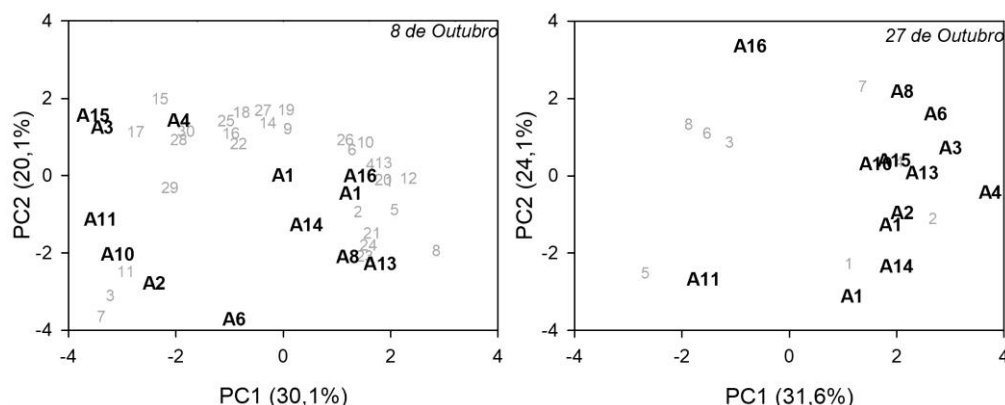
A inclusão de fontes de energia renováveis, como biocombustíveis, pode minimizar a dependência de combustíveis fósseis e atrelar aspectos mais sustentáveis ao sistema. O biocombustível pode substituir total ou parcialmente os combustíveis fósseis possuindo como principal vantagem ambiental, em relação aos motores a Diesel, a redução da emissão de gases poluentes como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (ANP, 2014).

A análise de PCA da Escala Agroecológica para o Assentamentos Oito de Outubro e 27 de Outubro é mostrada na Figura 3.1 e a Tabela de pesos das componentes no Apêndice D. Para o Assentamento Oito de Outubro, as componentes explicaram 50,1 % da variação dos dados entre as propriedades. A PCA 1 explicou 30,1 % da variabilidade observada, enquanto 20,1 % foram explicados pela PCA 2. Tratamento veterinário (A15), Gestão de superfícies forrageiras (A11), Diversidade animal (A3) e Avaliação do espaço destinado aos animais (A10) foram as componentes que mais contribuíram para a PC1. Ao passo que, Dimensão das parcelas (A6), Diversidade de culturas perenes (A2) e Tratamento veterinário (A15) foram os indicadores que mais contribuíram para a PC2.

A PC1 e PC2 separaram fortemente as propriedades 11, 3 e 7 das outras propriedades do Oito de Outubro, basicamente, por estas apresentarem área de pastagem em mais de 10 % da Superfície agrícola utilizada (SAU) e uma dimensão espacial da área com a mesma cultura inferior a 9 ha. Entre estas propriedades, a propriedade 3 possui criação de gado e criação de ovelhas enquanto a propriedade 7 e 11 apenas a criação de gado, sendo que nesta última foi observado um leve desequilíbrio entre a produção de forragem e o número de animais por ha, implicando em menor capacidade de carga do pastejo. Embora possua a maior diversidade animal, a propriedade 3 apresentou, na Gestão da superfície forrageira, baixa diversidade no sistema pastagem e Tratamento veterinário insuficiente para todos os animais. A propriedade

8 também se distinguiu das demais propriedades por ser a única do assentamento a apresentar maior Diversidade de culturas anuais e temporárias com presença de 3 espécies (milho, abóbora e feijão).

Figura 3.1- Análise das componentes principais para a Escala Agroecológica em assentamentos rurais no município de Simão Dias, Sergipe, Brasil.



Fonte: Pesquisa de Campo (2017).

No Assentamento 27 de Outubro, as componentes principais explicaram 55,7% da variância dos dados. A PC1 explicou 31,6% da variabilidade observada influenciada, sobretudo, pelos indicadores Raças regionais (A4), Diversidade animal (A3) e Dimensão das parcelas (A6). A PC2 explicou 24,1% da variação dos dados, sendo os indicadores que mais contribuíram: Gestão de superfícies forrageiras (A11) e Proteção dos solos (A16). A PC1 e PC2 separaram a propriedade 5 das demais propriedades desse assentamento. A propriedade 5 foi a única a apresentar um percentual de ocupação da cultura do milho superior a 60 % da superfície agrícola, e juntamente com as propriedades 8, 6 e 3, apresenta menor diversidade animal (apenas pecuária bovina) e ausência de Raças regionais.

### 3.4.2 Escala Sócio territorial

Na Escala Sócio territorial, as menores pontuações foram obtidas pelos indicadores: Qualidade dos alimentos, Gestão de resíduos não orgânico, Mecanismo de venda, Serviços de mercado e pluriatividade, Contribuição à geração de emprego e Formação (Tabela 3.3).

Ambos assentamentos, obtiveram pontuação nula no indicador Qualidade dos alimentos, isso porque o milho cultivado nos assentamentos integra o sistema de manejo convencional e os grãos produzidos não possuem exigência de certificados especiais e

rastreabilidade para a comercialização no Brasil, ao contrário do exigido em países europeus, pioneiros no processo de certificação agrícola (PESSOA et al., 2002).

Tabela 3.3 Resultado da avaliação da sustentabilidade da Escala Sócio territorial para os Assentamentos Rurais Oito de Outubro e 27 de Outubro no município de Simão Dias, Sergipe, Brasil.

Componentes	Indicadores	Símbolo	Média dos resultados		Escore máximo
			Oito de Outubro	27 de Outubro	
Qualidade dos produtos e do território	Qualidade dos alimentos	B1	0	0	10
	Valorização do Patrimônio construído e da paisagem	B2	5,5	3	8
	Gestão de resíduos não orgânico	B3	1	0	5
	Acessibilidade do espaço	B4	5	5	5
	Envolvimento social	B5	2,2	2,2	6
	<b>Subtotal</b>		<b>13,7</b>	<b>10,2</b>	<b>33</b>
Empregos e Serviços	Mecanismo de venda	B6	2,2	2,6	7
	Autonomia e valorização de recursos locais	B7	4,2	6,1	10
	Serviços de mercado e pluriatividade	B8	1,7	1	5
	Contribuição à geração de emprego	B9	1,3	2	6
	Trabalho coletivo	B10	1,3	2	5
	Perenidade prevista	B11	2,8	2,3	3
	<b>Subtotal</b>		<b>13,5</b>	<b>16</b>	<b>33</b>
Ética e Desenvolvimento humano	Bem-estar animal	B13	1,8	3,1	4
	Formação	B14	1,5	2,5	6
	Intensidade de trabalho	B15	6,7	6,4	7
	Qualidade de vida	B16	6,3	5,7	7
	Isolamento	B17	4	3,2	4
	Recepção, higiene e segurança	B18	4,9	2,2	6
	<b>Subtotal</b>		<b>25,1</b>	<b>23,1</b>	<b>34</b>
	<b>Total</b>		<b>52,3</b>	<b>49,3</b>	<b>100</b>

Fonte: Pesquisa de campo (2017)

A certificação e rastreabilidade de grãos no Brasil ainda é muito incipiente e restrita às produções orgânicas e à contratos específicos com agroindústrias (SILVEIRA, RESENDE, PILATTI, 2007). Entretanto, a ampliação da visibilidade dos processos produtivos é um apelo a melhoria de segurança alimentar e a gestão de riscos ambientais, coincidindo com os ideais da sustentabilidade agrícola (ABRAMOVAY, 2012; CONCEIÇÃO, BARROS, 2005). Ademais, a certificação pode acrescentar aos produtores a oportunidade de comercialização internacional, como historicamente ocorreu com a cadeia produtiva brasileira de frutas e carnes.

A pontuação da Gestão dos resíduos não orgânicos foi nula para o Assentamento 27 de Outubro, uma vez que não há nenhum tipo de coleta seletiva para os resíduos não orgânicos

produzido nas residências sendo a queima do lixo a forma de destinação final, prática danosa ao meio ambiente e proibida no Brasil desde 2010 (Lei 12.305/2010). A queima do lixo na zona rural tem sido um problema recorrente no país, pois a depender da distância com os centros urbanos, a sua coleta não é priorizada pelas prefeituras (LIMA; LOPES, 2012). No Oito de Outubro, a coleta de lixo é realizada semanalmente fato que lhe atribuiu uma pontuação média correspondente a 20% do escore máximo. A limitação em relação a coleta de lixo, deve-se a inexistência de reaproveitamento ou reciclagem, cuja prática está fundamentada na Política Nacional dos Resíduos Sólidos promulgada em 2010 (Lei 12.305/100). Vale ressaltar que, em relação a coleta seletiva de lixo, a inadimplência não atinge apenas os assentamentos avaliados, mas quase todo o Estado de Sergipe (COSTA, 2011).

Quanto ao indicador Mecanismos de vendas, a pontuação no Assentamento Oito de Outubro foi de 2,2 pontos e de 2,6 pontos para o 27 de Outubro, em relação a um total de 7 pontos (Tabela 3.3). Esses dados mostram que, em ambos assentamentos, os agricultores possuem baixo poder e opções de venda dos produtos produzidos nas propriedades, especialmente o milho. O milho é vendido unicamente a intermediários/atravessadores que, por conseguinte, os destinam as agroindústrias de ração do Estado de Pernambuco. A presença de um único mecanismo de venda nestes assentamentos destaca uma limitação na agregação de valor do milho, uma vez que o preço do mesmo fica condicionado a oferta local dos compradores. Esse processo confere ao agricultor, diante da necessidade de venda da produção, um caráter de subordinação na negociação do produto, os preços passam a ser estimados pela oferta do mercado e não pelo custo da produção.

Os Serviços de mercado e pluriatividade diz respeito a prestação de serviços com maquinários agrícolas nas etapas de preparo de solo, plantio e tratamentos culturais do milho. Em média, 43,3 % das propriedades do Oito de Outubro e 25 % das propriedades do 27 de Outubro são pluriativas. Esse percentual, apesar de ser pequeno, representa a ampliação das capacidades produtivas de emprego e renda no campo provenientes das novas tecnologias (ABRAMOVAY, 2012).

A Contribuição à geração de empregos representou 21,6 % e 33,3 % do escore máximo deste indicador para os Assentamentos Oito de Outubro e 27 de outubro, respectivamente, como consequência, do predomínio do sistema de trabalho familiar e da mecanização na cadeia produtiva do milho. Por conseguinte, há pouca contratação de terceiros nos períodos de plantio e colheita. A contratação ocorre apenas por parte dos agricultores que não possuem

filhos ou parentes vinculados diretamente a agricultura, bem como, entre os agricultores que não possuem maquinários para os tratos culturais. Por outro lado, no Assentamento 27 de Outubro, a contratação temporária ou troca de serviços ocorre mais frequentemente, em virtude da declividade do terreno que impede a mecanização da colheita do milho.

A análise estatística da PCA dos Assentamentos Oito de Outubro e do 27 de Outubro para a Escala Sócio territorial está apresentada na Figura 3.2 e a Tabela de pesos das componentes no Apêndice D. No Oito de Outubro, a PCA explicou 36,7 % da variância dos dados, sendo a PC1 responsável por 19,8 % e a PC2 por 16,9 % da variação dos dados. Os indicadores que mais influenciaram a PC1, no Oito de Outubro, foram Serviços de mercado e pluriatividade (B8), Recepção, higiene e segurança (B18), Formação (B14) e Perenidade prevista (B11). Já na PC2 as componentes foram Autonomia e valorização de recursos locais (B7), Intensidade de trabalho (B15) e Qualidade de vida (B16). As componentes PC1 e PC2 separaram fortemente a propriedade 24 das demais propriedades, principalmente, pela ausência de uma atividade paralela à agricultura, o que a torna dependente exclusivamente do comércio do milho. Esta condição é agravada em função da idade do agricultor (60 anos) e da ausência de filhos que trabalham na agricultura ou que queiram dar continuidade a atividade, expondo a propriedade a um provável desaparecimento. Devido à idade, a Intensidade de trabalho na propriedade 24 foi auto avaliada pelo agricultor responsável como ‘média’ (nota 2 em escala de 0 a 3) e a Qualidade de vida na agricultura como ‘bom’ (nota 5 em escala de 0 a 7). A autoavaliação reflete o cansaço e custo elevado do agricultor para manter a produção. Entretanto, a propriedade 24, apresenta-se eficiente quanto ao uso de Equipamento de proteção individual, Armazenamento dos insumos e Descarte das embalagens.

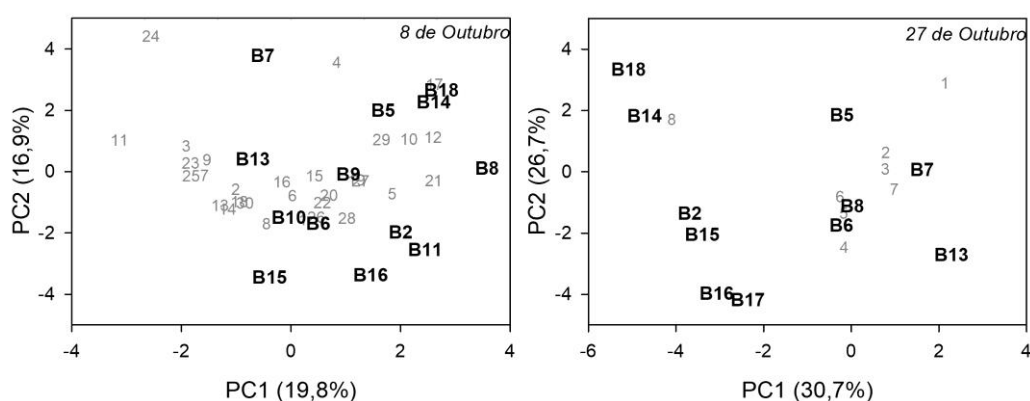
No 27 de Outubro, as componentes principais explicaram 57,4% da variação dos dados entre as propriedades. A PC1 explicou 30,8% da variabilidade observada, enquanto 26,7% foram explicados pela PC2. Recepção, higiene e segurança (B18), Formação (B14) e Bem-estar animal (B13) foram os indicadores que mais contribuíram com os dados da PC1. Por sua vez, Qualidade de vida (B16) e Isolamento (B17) foram os indicadores que mais contribuíram com a PC2, separando as propriedades 1 e 8 das outras propriedades desse assentamento.

Na propriedade 1 a autoavaliação do agricultor expressou um sentimento de isolamento social e geográfico e insatisfação quanto à sua qualidade de vida. Essa insatisfação foi efeito, principalmente, do alto custo da produção de milho o que, de acordo com o agricultor, inviabiliza a destinação de parte de seu retorno financeiro para lazer e bem-estar

emocional. Este resultado aponta para a baixa motivação do agricultor em relação à cadeia produtiva do milho no assentamento, o que pode gerar, a curto prazo, o abandono do cultivo de milho na propriedade.

Já a propriedade 8 se destacou em relação ao indicador Formação, pois o agricultor ou membros de sua família fazem curso de formação técnica voltada para a agricultura. Esse resultado expressa o desejo de melhoria do agricultor no desempenho da propriedade. A capacitação profissional desta propriedade interferiu, positivamente, no indicador Recepção, higiene e segurança, embora seja importante destacar que a disposição final das embalagens de agrotóxicos é uma limitação observada em todas as propriedades do Assentamento 27 de Outubro.

Figura 3.2 Análise das componentes principais para a Escala Socio-territorial em assentamentos rurais no município de Simão Dias, Sergipe, Brasil.



Fonte: Pesquisa de Campo (2017).

### 3.4.3 Escala Econômica

Os resultados da Escala Econômica de ambos assentamentos estão apresentados na Tabela 3.4. No Assentamento Oito de Outubro, os indicadores Taxa de especialização e Autonomia financeira foram os que apresentaram menores pontuações na avaliação (2,5 pontos, em total de 10, e 3 pontos, no total de 15, respectivamente). Esse resultado mostra que o cultivo do milho é responsável, em média, por 70 % da Renda bruta familiar dessas propriedades, o que significa a alta dependência das famílias a único produto e a fragilidade financeira das mesmas. O indicador Autonomia financeira teve sua pontuação reduzida, neste assentamento, em função do uso de capital externo para custeio da lavoura do milho, o que

indica maior dependência financeira de agentes externo e comprometimento de parte da renda mensal da família.

Tabela 3.4 Resultado da avaliação da sustentabilidade da Escala Econômica para os Assentamentos Rurais Oito de Outubro e 27 de Outubro no município de Simão Dias, Sergipe, Brasil.

Componentes	Indicadores	Símbolo	Média dos resultados		Escore máximo
			Oito de Outubro	27 de Outubro	
Viabilidade	Viabilidade econômica mensal (R\$)	C1	13,0	9,5	20
	Taxa de especialização	C2	2,5	5,2	10
	<b>Subtotal</b>		<b>15,5</b>	<b>14,7</b>	<b>30</b>
Independência	Autonomia financeira	C3	3,0	10,5	15
	Capacidade de investimento, rendas externas e subsídios do Governo	C4	7,1	7,2	10
	<b>Subtotal</b>		<b>10,0</b>	<b>17,7</b>	<b>25</b>
Eficiência	Eficiência do processo produtivo	C6	13,0	8,6	25
	<b>Subtotal</b>		<b>13,0</b>	<b>8,6</b>	<b>25</b>
	<b>Total</b>		<b>48,25</b>	<b>51,25</b>	<b>100</b>

Fonte: Pesquisa de campo (2017).

Aproximadamente, 80 % das propriedades do Assentamento Oito de Outubro plantaram milho no ano agrícola de 2017/2018<sup>2</sup> utilizando financiamento bancário provenientes de recursos liberados pelo Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), enquanto apenas 37,5 % das propriedades do 27 de Outubro utilizaram essa operação de crédito. Na Tabela 2.4, a baixa pontuação (20 % do escore máximo) do indicador Autonomia financeira no Oito de Outubro é decorrente do percentual de participação de capital proveniente do financiamento bancário (> 40 % do total da receita bruta), caracterizando um alto nível de dependência financeira.

Em contrapartida, a contratação de operação de crédito rural de custeio foi considerada por todos os agricultores deste estudo como necessária, em virtude do alto custo da produção do milho e da segurança financeira conferida diante da obrigatoriedade de adesão ao Programa de Garantia da Atividade Agropecuária da Agricultura Familiar (PROAGRO MAIS)<sup>3</sup>. Esse programa atribuiu à produção do milho, uma maior segurança econômica, em

<sup>2</sup> Para fins do Proagro, um ano agrícola, corresponde ao período compreendido entre 1º de julho de um ano a 30 de junho do ano seguinte (BCB-Relatório Circunstanciado 2014 a 2017)

<sup>3</sup> Seguro destinado a agricultores familiares vinculado ao PRONAF que garante, face a contratação da operação de crédito rural de custeio, a exoneração das obrigações financeiras em caso de dificuldade de pagamento pela ocorrência de fenômenos naturais, pragas e doenças que atinjam rebanhos e/ou plantações (CMN, 2012; Res 4.586 art 6º).

razão dos riscos de ocorrer precipitação menor que a considerada ótima para o desenvolvimento da cultura, o que gera perda da produtividade.

O rendimento médio da cultura do milho em Sergipe acelerou nos últimos 10 anos em função, principalmente, do acesso às novas tecnologias viabilizadas por meio dos instrumentos financeiros de crédito de custeio e seguro agrícola (EMBRAPA, 2017). Esses instrumentos asseguram aos organismos financeiros, mediante o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC), maior capacidade de controle ao risco em suas operações. Ademais, a autoavaliação do agricultor quanto a sua capacidade de produzir milho sem auxílio de financiamento externo, medido no indicador Capacidade de investimento, rendas externas e subsídios do Governo, com um resultado médio de 2,5 pontos, em um total de 5, para ambos assentamentos, mostram tipicamente a importância do custeio para a produção do milho nos assentamentos, bem como a necessidade do mesmo para a maioria das propriedades.

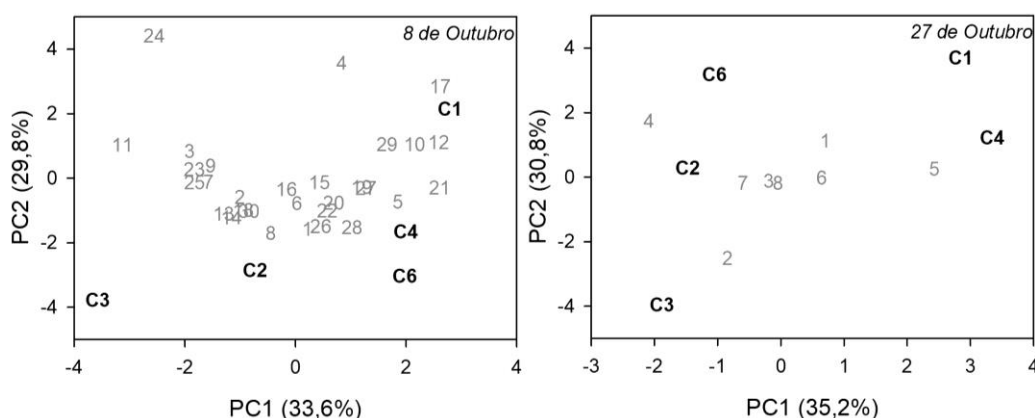
No Assentamento 27 de Outubro, o indicador Eficiência do processo produtivo foi o que apresentou menor pontuação (8,6 pontos, no total de 25), isto é, 34,4 % do escore máximo (Tabela 3.4). O valor bruto referente ao cálculo da eficiência do processo produtivo variou entre 0,27 e 0,48 nas propriedades desse assentamento, indicando que a produção nessas propriedades, envolvendo cultivo e pecuária, para o período de 2017 foi ineficiente se comparado ao valor máximo atribuído pelo método IDEA ao indicador Eficiência do processo produtivo (Superior a 0,90). Considerando apenas a produção do milho no Assentamento 27 de Outubro, o valor para o mesmo indicador foi ainda menor, variando entre 0,14 e 0,37, significando uma taxa de retorno média para o agricultor de 28 %. Essa taxa é relativamente baixa comparada a Eficiência produtiva do milho no Assentamento Oito de Outubro que foi de 49 %. Isto significa que as propriedades do Assentamento 27 de Outubro apresentam limitações no processo produtivo, relacionada principalmente ao custo de produção do milho, o que se destaca a forte dependência de recursos e insumos externos à propriedade, aumentando consideravelmente as despesas e consequentemente levando à diminuição da receita.

Em relação à análise de PCA da Escala de Sustentabilidade Econômica, o Assentamento Oito de Outubro teve sua variabilidade explicada em 63,4 % (Figura 3.3). A PCA 1 explicou 33,6 % da variabilidade dos dados, enquanto a PC2 explicou 29,8%. Viabilidade econômica mensal (R\$) (C1) e Autonomia financeira (C3) foram os indicadores que mais contribuíram com a PC1 e PC2, separando as propriedades 17 e 24 das demais propriedades.



A propriedade 24, em relação as outras propriedades deste assentamento, é a que apresenta a menor remuneração média mensal (R\$ 801,00 a 1.000,00), mas que possui um alto índice de autonomia financeira, uma vez que, utilizou recursos próprios para custear a produção de 2017. Em contrapartida, a propriedade 17 é aquela que possui maior remuneração média mensal (R\$ 2.001 a 3.000), mas que faz uso de capital externo para financiamento da produção.

Figura 3.3 Análise das componentes principais para a Escala Econômica em assentamentos rurais no município de Simão Dias, Sergipe, Brasil.



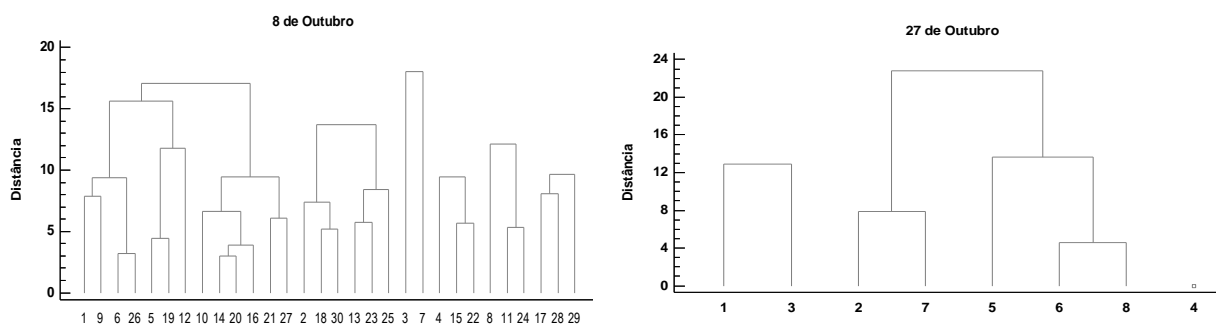
Fonte: Pesquisa de Campo (2017).

A PCA do Assentamento 27 de outubro explicou 65,9 % da variância dos dados (Figura 3.3). A PC1 explicou 35,2 %, enquanto a PC2 explicou 30,8% da variabilidade dos dados. Autonomia financeira (C3) e Capacidade de investimento, rendas externas e subsídios do Governo (C4) foram as componentes que mais contribuíram com a PC1. Viabilidade econômica mensal (R\$) (C1) e Autonomia financeira (C3) as que mais colaboraram com a PC2. Esses dados separam a propriedade 4 e 5 das demais propriedades deste assentamento. A propriedade 4 apresenta maior diversificação de produtos agropecuários, o que consequentemente, motiva um maior equilíbrio econômico e financeiro na renda familiar e no desempenho econômico da propriedade. Essa propriedade mostrou-se menos dependente de capital externo em relação as outras propriedades. A propriedade 5, ao contrário, mostrou-se dependente de capital externo para custeio da lavoura do milho, notadamente, único cultivo da propriedade.

### 3.4.5 Cluster das propriedades

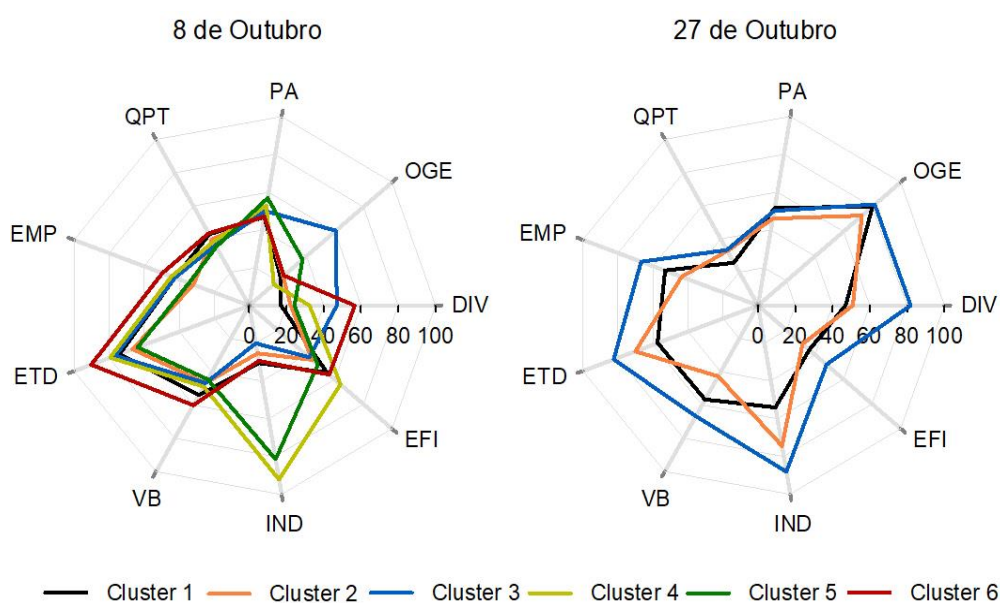
Os resultados do agrupamento das propriedades pela análise de cluster estão apresentados na Figura 3.4 e o escore dos clusters em relação as componentes do método IDEA na Figura 3.5. Para o Assentamento Oito de Outubro, foram identificados seis clusters, sendo o primeiro agrupamento (à extrema esquerda, Cluster 1), com o maior número de representantes deste assentamento, composto por 13 propriedades (1, 9, 6, 26, 5, 19, 12, 10, 14, 20, 16, 21, 27). O menor cluster (Cluster 3) foi formado por apenas duas propriedades (3 e 7).

Figura 3.4 Dendrograma da análise de cluster em assentamentos rurais no município de Simão Dias, Sergipe, Brasil.



Fonte: Pesquisa de campo (2017-2018).

Figura 3.5 Representação dos clusters pelos escores das componentes [Diversidade (DIV), Organização do espaço (OGE), Práticas agrícolas (PA), Qualidade dos produtos e do território (QPT), Emprego e serviços (EMP), Ética e desenvolvimento humano (ETD), Viabilidade econômica (VB) Independência (IND) e Eficiência do processo produtivo (EFI)] dos assentamentos rurais no município de Simão Dias, Sergipe, Brasil.



Fonte: Pesquisa de campo (2017).

Todas as propriedades do Cluster 1 apresentaram como fator limitante à sustentabilidade, a menor Diversidade de cultivos e pecuária, menor Organização do espaço agrícola na Escala Agroecológica e Independência financeira na Escala Econômica (Figura 3.5). Os escores das componentes do Cluster 1 evidenciam que a monocultura do milho para a maioria das propriedades do Assentamento Oito de Outubro é premente de financiamento de capital externo, gerando, com isso, uma menor independência das propriedades em termos financeiros (IND) (Figura 3.5). O financiamento bancário chega a ser, em média, maior que 50 % da Renda bruta. Contudo, esse Cluster apresenta Viabilidade econômica mensal e Eficiência produtiva semelhante ao Cluster 4 que possui maior independência financeira em relação a financiamento bancário, o que significa bom rendimento econômico financeiro da produção. Em contrapartida, dentro da Escala Agroecológica, o uso intensivo do solo, a perda da biodiversidade tende a aumentar a vulnerabilidade do sistema à incidência de pragas e ao risco econômico de se plantar uma única cultura.

Ao contrário, o terceiro cluster, composto pelas propriedades 3 e 7, apresentou o melhor desempenho em relação à Organização do espaço (OGE) e bom desempenho em relação à Diversidade (DIV) na Escala Agroecológica. Ao mesmo tempo, essas propriedades apresentaram a menor pontuação na Escala Econômica, principalmente para a componente Independência (IND), devido ao alto percentual de comprometimento da receita bruta no uso de capital externo e à menor percentual de Eficiência produtiva.

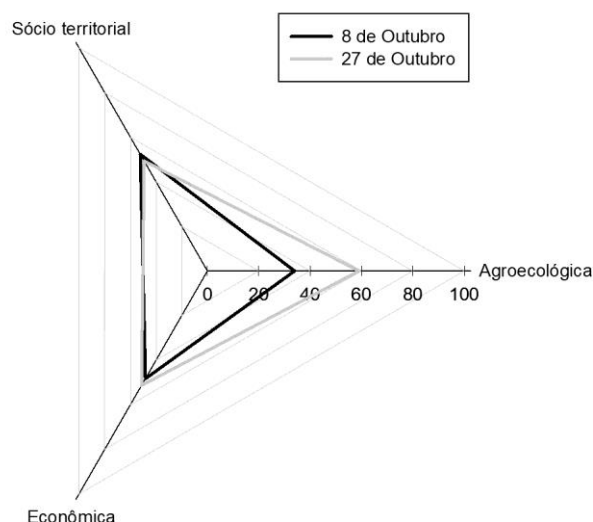
Para o Assentamento 27 de Outubro foram identificados três clusters (Figura 3.4). O cluster 2, com maior representatividade, foi composto pelas propriedades 2, 7, 5, 6, 8. Estas apresentam como diferencial, em relação aos outros clusters, a menor pontuação média na componente Viabilidade (Escala Econômica), destacando um desempenho financeiro mensal inferior aos demais cluster deste assentamento (Figura 3.5). O cluster 3, composto pela propriedade 4, se destaca pela maior Diversidade (DIV) (culturas e pecuária) na Escala Agroecológica e pelo maior percentual de Eficiência produtiva (EFI) em relação aos demais clusters. Este cluster mostra que a diversificação pode atribuir ao assentamento um nível maior de sustentabilidade em relação a quase todas as componentes avaliadas, expondo a propriedade a um menor impacto ambiental e um menor risco econômico.

### 3.4.6 Avaliação geral da Sustentabilidade

A avaliação geral da sustentabilidade para as três Escalas de Sustentabilidade nos assentamentos está apresentada na Figura 3.6. Em um total de 100 pontos da Escala Agroecológica, o Assentamento Oito de Outubro totalizou 34 pontos, enquanto o 27 de Outubro, 59 pontos, sendo esta a maior diferença de pontuação das Escalas observada entre os assentamentos.

O desenvolvimento do Assentamento Oito de Outubro, baseado na monocultura do milho, é um dos pontos mais fracos para a sustentabilidade agroecológica. Essa limitação refletiu-se em mais de um indicador avaliado dentro da escala Agroecológica e representou um entrave à diversificação biológica e a criação de agroecossistemas mais dinâmicos em termos de organização espacial, bem como mais próximo às condições ecológicas dos ecossistemas naturais.

Figura 3.6 Avaliação da Sustentabilidade Agroecológica, Sócio territorial e Econômica nos assentamentos rurais no município de Simão Dias, Sergipe, Brasil.



Fonte: Pesquisa de Campo (2017).

A monocultura interferiu efetivamente na gestão da superfície agrícola, limitando os espaços dos lotes apenas à cultura do milho e a diversidade genética à predominância de organismos transgênicos. A reduzida diversificação agrícola afeta todo o equilíbrio ecológico do agroecossistema, como por exemplo, a estabilidade das comunidades de insetos

(ALTIERI, 2012), ao mesmo tempo em que, interfere no desempenho do serviço ecossistêmico complementar aos processos de regulação natural (GIRARDIN, et al., 2004).

A produção de milho em grãos em ambos assentamentos se tornou um reflexo da industrialização da agricultura em pequena escala, amplamente adotada na agricultura familiar. O processo de industrialização na agricultura preconiza a injeção crescente de tecnologias e insumos oriundos de fontes externas aos agroecossistemas (MOLINA, 2011), entre elas a utilização de sementes do tipo híbrida transgênica, e na maioria dos casos, resistentes a herbicidas.

Um dos pontos fortes da avaliação da Escala de Sustentabilidade Agroecológica foi a criação de animais simultaneamente a produção do milho. A diversidade animal contribuiu para criação de sistemas mais sustentáveis agroecologicamente, condição também observada nas avaliações realizadas por M'hamdi et al. (2017); Fadul-Pacheco et al. (2013); Vieira, 2005 e Jesus (2003), utilizando o método IDEA.

A manutenção de um sistema consorciado com a criação de animais e o cultivo da lavoura do milho promove a diversidade das propriedades, além de trazer benefícios quanto a paisagem, a renda e a geração de subprodutos (esterco e urina) para fertilização solo. Apesar da deposição dos resíduos dos animais serem diretamente aportados ao solo, sem prévio tratamento, esta pode ser considerada uma vantagem em relação ao aporte de matéria orgânica no solo (SALAS-REYES et al., 2015). A presença da pecuária nestas propriedades proporcionou equilíbrio na renda familiar, em paralelo ao milho, especialmente, em anos de baixa pluviosidade.

No escore geral da Escala Sócio territorial, houve uma semelhança entre os assentamentos (Figura 3.6). O Assentamento Oito de Outubro obteve 52,3 pontos e o 27 de Outubro 49,3 pontos. A pequena diferença entre as propriedades, deve-se ao próprio contexto social de formação do Assentamento 27 de Outubro. Na formação deste assentamento, a integração de membros oriundos de realidades sociais distantes da agricultura impactou negativamente no desenvolvimento territorial do assentamento. Conforme destacado por Pinto et al. (2017) a formação de um assentamento rural inclui grupos de pessoas que podem ou não apresentar uma aptidão aos trabalhos na agricultura e a falta de aptidão, pode influenciar na coesão do território.

Na Escala Econômica, os escores gerais foram de 48,25 de 100 pontos para do Assentamento Oito de Outubro e de 51,25 de 100 pontos para o 27 de Outubro. Estes resultados demonstram a necessidade de ações empreendedoras nos assentamentos,

principalmente em função das oscilações do mercado que comanda a cadeia produtiva do milho, a qual pode ser altamente excludente para estes agricultores.

A limitação da Escala de Sustentabilidade Econômica foi explicada pelos altos custos do pacote tecnológico do milho, o que expõe os agricultores a maior dependência de capital externo para custeio de insumos e tratos culturais. Em contrapartida, esse custeio diminuiu o risco de perdas, em função do seguro, e a possibilidade inclusão de agricultores familiares em investimento e operações de crédito. A adesão de cartas de crédito representa um passo importante na redução da exclusão dos pequenos agricultores a serviços de custeio e financiamento da produção agrícola (ABRAMOVAY, 2012). Todavia, observa-se que o acesso aos serviços bancários não foi igualitário em ambos assentamentos sendo maior no Oito de Outubro do que no 27 de Outubro, onde os agricultores relataram dificuldade de adesão, sobretudo em função da falta de entendimento dos tramites burocráticos. Tal impasse enfatiza a necessidade de uma ação mais eficaz de políticas de desenvolvimento rural para envolvimento e integração dos assentados. Tais políticas devem priorizar a educação profissional e técnica, sem desprivilegiar as questões ambientais.

Assim, percebe-se que no Assentamento 27 de Outubro, há maior fraqueza em relação a sustentabilidade social e econômica, enquanto no Oito de Outubro, o avanço do agronegócio do milho o submete a maior risco econômico ao cultivar apenas o milho e a impactos ambientais por desprivilegiar aspectos conservacionistas e de sustentabilidade na agricultura.

### **3.5 Considerações finais**

Os assentamentos rurais podem, a partir de um conjunto de ações, fortalecer o desenvolvimento rural e compor práticas agrícolas mais sustentáveis em termos social, ambiental e econômico no Brasil. Os assentamentos possuem papel expressivo na contribuição da diminuição da pobreza pela geração de renda para as famílias assentadas. Na avaliação exposta neste trabalho, a adaptação do método IDEA, com exclusão de alguns indicadores, foi capaz de caracterizar as práticas agrícolas dos assentamentos avaliados, tendo como um dos seus pontos fortes a participação do agricultor no processo de avaliação. No entanto, o método não apresentou a mensuração da sustentabilidade para recursos hídricos e os impactos ambientais da prática agrícola sobre a mesma.

De maneira geral, pode-se concluir que as propriedades com cultivo de milho (*Zea mays*) do Assentamento Oito de Outubro tem sua sustentabilidade limitada pela Escala de

Sustentabilidade Agroecológica, enquanto o Assentamento 27 de Outubro tem sua sustentabilidade limitada pela Escala de Sustentabilidade Sócio territorial.

As propriedades do Assentamento Oito de Outubro necessitam prioritariamente de esforços que visem melhorar o equilíbrio ecológico das propriedades, inserindo culturas anuais e perenes consorciadas e/ou rotacionadas ao milho, adaptadas às condições edafoclimáticas locais. O aumento da diversificação contribuirá com a redução da exposição do solo a erosão nas entressafras e aumento da biodiversidade pela distribuição espacial das culturas no lote.

As propriedades do Assentamento 27 de Outubro carecem de melhorias a nível territorial, que incluem, principalmente, avanços em relação à qualidade da paisagem dos arredores das residências. Essas melhorias compreendem ações dos próprios agricultores com seu ambiente de vida e ações de políticas governamentais de inclusão e desenvolvimento rural que promovam o acesso a bens e serviços básicos no assentamento, como saneamento e coleta de lixo. Incluem-se também acesso a cursos de formação e capacitação no intuito de promover a qualidade socioeconômica e ambiental da atividade agrícola e sua sustentabilidade a médio e longo prazos.

## REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, Ricardo. **Muito além da economia verde**. São Paulo: Editora Abril, 2012.

ALTIERI, Miguel. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3. ed. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão Popular, AS-PTA, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. Relatório Técnico nº 02/2014/SBQ/RJ. Apresentação dos resultados dos Testes de uso experimental e específico de biodiesel e suas misturas com óleo diesel em teores diversos do autorizado em legislação. Rio de Janeiro, 2014.

BALDIN, Nelma; MUNHOZ, Elzira M. Bagatin. Snowball (bola de neve): uma técnica metodológica para pesquisa em educação ambiental comunitária. *In: X Congresso Nacional de Educação - Educere*. Curitiba, 2011. Disponível em: [http://educere.bruc.com.br/CD2011/pdf/4398\\_2342.pdf](http://educere.bruc.com.br/CD2011/pdf/4398_2342.pdf) Acesso em: 05 abr. 2015

BCB – BANCO CENTRAL DO BRASIL. MANUAL DE CRÉDITO RURAL (MCR). [www3.bcb.gov.br/mcr/completo](http://www3.bcb.gov.br/mcr/completo)

BCB – BANCO CENTRAL DO BRASIL. Programa de Garantia da Atividade Agropecuária PROAGRO: Relatório Circunstanciado 2014 a 2017.

BELLEN, Hans Michael Van. Indicadores de sustentabilidade: um levantamento dos principais sistemas de avaliação. **Cadernos EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, v.2 n.1. Mar. 2004 Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-39512004000100002> Acesso em: 05 jun. 2015.

BIERNACKI, Patrick; WALDORF, Dan. **Snowball Sampling: Problems and Techniques of Chain Referral Sampling**. SOCIOLOGICAL METHODS & RESEARCH, Vol. 10 No. 2. November 1981 141-163.

BIRET, Cécile.; BUTTARD, Céline.; FARNY, Michaël.; LISBONA, Damien.; CHAMBON, Bénédicte. Assessment of the sustainability of the rubber farms in Centre-east Thailand using IDEA method. **Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement** (CIRAD), jun. 2017. Disponível em: <https://agritrop.cirad.fr/586089/> Acesso em: 05 fev. 2018.

BRASIL. LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm)

BRIQUEL, Vincent; VILAIN, Lionel et al. La méthode IDEA (indicateurs de durabilité des exploitations agricoles): une démarche pédagogique. **Ingénieries**, n. 25 p. 29- 9, Mar. 2001.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, Brasília, v.1, n.1, 2013. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos> Acesso em: 27 de agosto de 2018.

CONCEIÇÃO, Júnia Cristina P. R. da.; BARROS, Alexandre Lahóz Mendonça de. Certificação e rastreabilidade no agronegócio: instrumentos cada vez mais necessários. **Texto para discussão**, Brasília, outubro de 2005. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td\\_1122.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1122.pdf). Acesso em: 10 ago. 2018.

COSTA, Sandro Luiz. **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos**: aspectos jurídicos e ambientais. Aracaju: Evocati, 2011.  
EMBRAPA, Relatório de avaliação dos impactos das tecnologias geradas pela Embrapa: Zoneamento do Milho em Sergipe. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju-SE, 2017. Disponível em: [bs.sede.embrapa.br/2016/relatorios/tabuleiroscosteiros\\_2016\\_zoneamento.pdf](https://bs.sede.embrapa.br/2016/relatorios/tabuleiroscosteiros_2016_zoneamento.pdf) Acesso em: 10 set. 2018

FADUL-PACHECO, Liliana.; WATTIAUX, Michel A.; ESPINOZA-ORTEGA, Angélica.; SÁNCHEZ-VERA, Ernesto.; ARRIAGA-JORDÁN, Carlos M. Evaluation of Sustainability of Smallholder Dairy Production Systems in the Highlands of Mexico During the Rainy Season. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 37, n.8, p. 882–901, 2013. DOI: 10.1080/21683565.2013.775990

GOODMAN, L.A. Snowball Sampling. In: Annals of Mathematical Statistics. **Project Euclid**, Durham, v.32, n.1 p.148-170, 1961. Disponível em: <https://projecteuclid.org/euclid.aoms/1177705148> Acesso em: 12 fev. 2017.



GOMES, Joao Bosco Vasconcelos. Et al. Principais classes de solo do Estado de Sergipe. In.: SOBRAL, Lafayette Franco. Et al. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes no estado de Sergipe. Aracaju: Embrapa tabuleiros Costeiros, 2007.

HIRAKURI, Marcelo Hiroshi. et al. Sistemas de Produção: conceitos e definições no contexto agrícola. **Documento 335**. Londrina: Embrapa Soja, 2012.

IBGE, Produção Agrícola Municipal 2016. Rio de Janeiro: IBGE, 2017

ILARI-ANTOINE, E.; BONNEAU, M.; KLAUKE, T. N.; GONZÁLEZ, J. et al. Evaluation of the sustainability of contrasted pig farming systems: economy. **Revista Animal** V.8:12, (2014), pp 2047–2057. Doi:10.1017/S1751731114002158

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Assentamentos Rurais**. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/node/14504#overlay-context=user/4> Acesso em: 07 jul. 2016.

JESUS, Eli Lino de. **Avaliação da Sustentabilidade Agrícola: uma Abordagem Conceitual e Metodológica**. 2003. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2003.

LIMA, K. K. S.; LOPES, P. F. M. A qualidade socioambiental em assentamentos rurais do Rio Grande do Norte, Brasil. **Ciência Rural**, v.42, n.12, dez, 2012.

M’HAMDI, Naceur.; DAREJ, Cyrine.; M’HAMDI, Hajer.; ATTIA, Khaoula.; LANOUAR, Latifa.; CHOUCHE, Rana.; SADKAOU, Ghazi.; ABBES, Adel. Assessment of Sustainability of Smallholder Beef Cattle Farms in the North of Tunisia. **Journal of Animal Research and Nutrition**, v.2, n.1, 2017. DOI: 10.21767/2572-5459.100023

MOLINA, Manuel González de. Agroecología e Historia agraria: una hibridación necesaria. **Estudios Rurales**, v.1, n.1, p.1-29, 2011.

NICOLOSO, Rodrigo da Silveira; LOVATO, Thomé; AMADO, Telmo Jorge Carneiro; BAYER, Cimélio; LANZANOVA, Mastrângello Enívar. Balanço do carbono orgânico no solo sob integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.32, n.6, Nov./Dec. 2008. doi.org/10.1590/S0100-06832008000600020

PESSOA, Maria Conceição Peres Young.; SILVA, Aderaldo de Souza.; CAMARGO, Cilas Pacheco. **Qualidade e certificação de produtos agropecuários**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002.

PINTO, J.P.; COSTA, E.A.; FRAINERD.M.; OLIVEIRA, A.K.M.; SOUZA, C. C. Eficiência social, econômica e ambiental dos assentamentos rurais do pantanal sul. **Raega**, Curitiba, v.40, p. 8 -22, 10 ago.2017. DOI: 10.5380/raega

PRETTY, Jules. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. **Philosophical Transactions of Royal Society**, B 363, p. 447-465, 2008. doi:10.1098/rstb.2007.2163

SALAS-REYES, Isela Guadalupe. ARRIAGA-JORDÁN, Carlos Manuel. REBOLLAR-REBOLLAR, Samuel. GARCÍA-MARTÍNEZ, Anastacio. ALBARRÁN-PORTILLO, Benito. Assessment of the sustainability of dual-purpose farms by the IDEA method in the subtropical area of central Mexico. *Trop Anim Health Prod*, 47:1187–1194, 2015. DOI 10.1007/s11250-015-0846-z

SEMARH- Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Atlas de Recursos Hídricos do Estado de Sergipe. Aracaju, 2012. CD-Rom.

SILVEIRA, José Verissimo Foggiatto; MARTINS DE RESENDE, Luis Maurício; PILATTI, Luiz Alberto. Rastreabilidade: uma exigência da cadeia agroindustrial para produtos especiais. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v.6, n. 1, out. 2007. Disponível em: <<https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/88>>. Acesso em: 14 ago. 2018. Doi: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v6i1.88>.

SOUSA, Wandrick Hauss de.; LÔBO, Raimundo Nonato Braga.; MORAIS, Octavio Rossi. Ovinos Santa Inês: Estado de Arte e Perspectivas. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE*, 2. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AGRONEGÓCIO DA CAPRINOCULTURA LEITEIRA. João Pessoa: EMEPA-PB, 2003. p. 501-522. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/529936/1/AACOvinosSantaInes.pdf> Acesso em: 10 jul. 2018.

VIEIRA, Mário Sérgio Costa. **Aplicação do método IDEA como recurso didático-pedagógico para avaliação da sustentabilidade de propriedades agrícolas no município de Rio Pomba - MG**. 2005. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Universidade Federal Rural do Rio Janeiro, Seropédica, 2005

VILAIN L. et al. La méthode IDEA (Indicateurs de durabilité des exploitations agricoles): Guide d'utilisation. Dijon: Editions Educagri, 2000.

VILAIN L. et al. La méthode IDEA (Indicateurs de durabilité des exploitations agricoles): Guide d'utilisation. 2.ed. Dijon: Editions Educagri, 2003.

VILAIN, L., GIRARDIN, P., MOUCHET, C., VIAUX, P., ZAHM, F. La méthode IDEA (indicateurs de durabilité des exploitations agricoles): guide d'utilisation. 3. Ed. Dijon: Educagri, 2008. Disponível em: <http://www.idea.portea.fr/> Acesso em: 05 fev. 2018.

VILAIN, Lionel. ZAHM, Frédéric. Texte introductif à l'agriculture durable. FNE, 13 jun. 2005. Disponível em: [https://www.idea.chlorofil.fr/fileadmin/documents/presentation/Introduction\\_a\\_l\\_agriculture\\_durable.pdf](https://www.idea.chlorofil.fr/fileadmin/documents/presentation/Introduction_a_l_agriculture_durable.pdf) Acesso em: 05 fev. 2018.

ZAHM, F.; VIAUX, P.; VILAIN, L.; GIRARDIN, P.; MOUCHET, C. Farm Sustainability Assessment using the IDEA Method: From the concept of farm sustainability to case studies on French farms. **Sustainable Development**, v. 16, n. 4, p. 271-281, Jul./Ago. 2008. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sd.380/epdf> Acesso em: 05 fev. 2018.

ZAHM, F.; ALONSO UGAGLIA, A.; BOUREAU, H.; DEL'HOMME, B.; BARBIER, J.M.; GASSELIN, P.; GAFSI, M.; GUICHARD, L.; LOYCE, C.; MANNEVILLE, V.; MENET, A.; REDLINGSHOFER B. Un cadre conceptuel d'évaluation de la durabilité en agriculture basé sur les propriétés et les objectifs de la durabilité: la méthode IDEA-version 4. **Séminaire RMT Erytage**, nov. 2016.

SOUZA, E. D.; COSTA, S. E.V.G.A.; ANGHINONI, I.; LIMA, C. V. S.; CARVALHO, P. C. F.; MARTIN, A. P. Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n.1, p.79-88, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832010000100008> Acesso em: 10 jul. 2018

## **Capítulo IV:**

DINÂMICA SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL DO  
AGROECOSSISTEMA DO MILHO EM ASSENTAMENTOS RURAIS DE  
SIMÃO DIAS-SE

## **Dinâmica socioeconômica e ambiental do agroecossistema do milho em assentamentos rurais de Simão Dias-SE**

### **Resumo**

Dentre os principais fatores que interferem nos aspectos de produção do agroecossistema do milho estão o aumento dos custos financeiros inerentes ao processo de produção e os efeitos do clima, especialmente o comportamento do regime hídrico, sobre a cultura. A lógica econômica dos sistemas de *commodities* de milho em sistemas de produção familiar traz impactos muitas vezes negativos à dinâmica socioeconômica dos agricultores. Por sua vez, a irregularidade de chuvas nos períodos de desenvolvimento da cultura ao interferir na produtividade também afeta a renda líquida dos agricultores, em especial, aqueles que têm a cultura do milho como meio de subsistência. Neste sentido, o objetivo deste estudo é analisar os efeitos do agronegócio e da pluviosidade nas dinâmicas socioeconômicas do agroecossistema do milho em dois assentamentos rurais do município de Simão Dias-SE, sendo eles o Assentamento Rural Oito de Outubro e o 27 de Outubro. Realizou-se uma pesquisa de campo com coleta de dados dos assentamentos a partir da utilização de questionários, os quais adotou-se a abordagem quantitativa e qualitativa para avaliação dos resultados. Como resultado, observou-se que a dinâmica do agronegócio nos assentamentos exigiu o maior investimento financeiro para a adoção de novos pacotes tecnológicos, gerando o aumento dos custos de produção e menor renda per capita dos agricultores. A produção agrícola da cultura variou de acordo com o regime hídrico, ou seja, nos anos mais chuvosos a produção aumentou em 65 % em relação à média geral, em anos com maior estiagem a produção caiu em 78,6%.

**Palavras-chaves:** Agricultura de sequeiro; Agronegócio; Impacto socioeconômico; Meio Ambiente; Pluviosidade.

### **Abstract**

Among the main factors that interfere in the production aspects of the corn agroecosystem are the increase in the financial costs inherent in the maize production process and the effects of the climate, especially the behavior of the water regime, on the crop. The economic logic of corn commodity systems in family production systems often impacts negatively on farmers' socioeconomic dynamics. On the other hand, the irregularity of rains in the periods of development of the crop by interfering in the productivity also affects the net income of the farmers, especially those that have the corn crop as a means of subsistence. In this sense, the objective of this study is to analyze the influence of agribusiness and rainfall on the socioeconomic dynamics of corn agroecosystem in two rural settlements in the municipality of Simão Dias-SE, being the Rural Settlement Oito de Outubro and 27 de Outubro. A field survey was conducted with data collection from the settlements using questionnaires, which adopted a quantitative and qualitative approach to evaluate the results. For rainfall data and calculation of the climatological water balance, a 10-year time cut was adopted (2008 to 2017). As a result, he observed that the agribusiness dynamics in the settlements required the largest financial investment for the adoption of new technological packages, generating an increase in production costs and lower income per capita of the farmers. The agricultural production of the crop varied according to the water regime, that is, in the wetter years, production increased by 65% in relation to the general average, in years with the highest drought, production fell by 78.6%.

**Keywords:** Agribusiness. Environment. Rainfall. Rainfed agriculture. Socioeconomic impact.

## 4.1 Introdução

Um agroecossistema corresponde a substituição dos equilíbrios naturais por equilíbrios secundários, instáveis e diretamente ligados ao tipo e ao ritmo da exploração gerenciada e organizada pelo homem (BERTRAND, 2009). Nos agroecossistemas estão envolvidos fatores econômicos, técnicos, sociais e ambientais que variam mediante a capacidade de adequação dos agricultores aos recursos naturais (solo e água) e financeiros disponíveis.

Os fatores de produção (recursos naturais, força de trabalho e capital) influenciam de diferentes maneiras a qualidade, a produtividade e o volume dos produtos finais, fazendo com que haja níveis diversos de instabilidade no mercado de produtos agrícolas, principalmente no preço dos produtos (PINATTI, 2008). A qualidade ambiental, ao longo do tempo, também sofre modificações que, a médio e longo prazos, pode comprometer os sistemas ambientais e a produtividade.

Dentre os principais fatores que interferem nos aspectos de produção do agroecossistema do milho nos Assentamentos rurais Oito de Outubro e 27 de Outubro estão os efeitos da pluviosidade e dos custos financeiros inerentes ao processo de produção em sistema de agronegócio. Os agroecossistemas assim como todo ecossistema natural depende do clima para funcionar (AYOADE, 1996). O excesso ou falta de chuvas pode interferir no desenvolvimento da planta e levar a diminuição e a perda da produtividade. A distribuição das chuvas são uma das principais causas de perdas das lavouras de milho em Sergipe, cultivadas em sistema de sequeiro no Estado. Na safra 2015/2016 o Estado de Sergipe registrou uma perda de 54,71 % em relação à safra anterior 2014/2015 e de 81,9% se comparado a safra posterior referente a 2016/2017 (CONAB, 2016; CONAB, 2018). Além disso, os fatores econômicos envolvidos no agroecossistema produtivo influenciam sobremaneira na sua constituição e organização social, uma vez que produtos agrícolas em sistemas de *commodities* dependem dos preços de mercado.

O agroecossistema do milho em grãos em Sergipe faz parte da cadeia produtiva do agronegócio. A lógica econômica que impulsiona o agronegócio é a crescente maximização do lucro por meio da aposta na produção de apenas um produto, aquele teoricamente com maior retorno econômico e cujo controle do processo de trabalho dá-se pela simplificação do sistema produtivo (ROMIERO, 2007). Essa lógica econômica mantém, no topo da cadeia, as indústrias de fornecimento de máquinas e matéria-prima para a agricultura, seguida das

indústrias de bens e consumo, as quais são responsáveis pela compra e valoração dos produtos gerados pelos agricultores. Os agricultores são, então, dependentes destas duas etapas, tanto pela aquisição de tecnologia nas primeiras e fornecimento dos produtos na segunda. Os agricultores de menor porte que utilizam mão de obra familiar são os mais vulneráveis dentro da cadeia do agronegócio do milho, pois estes encaram os riscos do agronegócio a partir da subordinação financeira aos preços impostos a eles, tanto nas etapas de produção quanto de comercialização.

Os investimentos em veículos e equipamentos de mecanização como tratores, plantadeiras, colheitadeiras, arados, e em tecnologias como sementes melhoradas, fertilizantes e agroquímicos, entre outros, são condições fundamentais para inserir-se no atual sistema de produção do agroecossistema do milho, o que aumenta consideravelmente os custos das etapas de produção e colocam o pequeno agricultor em condições de riscos financeiros. As vendas, por sua vez, passam a depender dos preços auferidos pelo mercado, desconsiderando os custos atribuídos a produção. Nesse sentido, estudos que analisem características socioeconômicas da produção do milho em assentamentos rurais, bem como as características climáticas, que no tempo e no espaço influenciam o processo de produção, são fundamentais à promoção de sistemas agrícolas sustentáveis.

O objetivo deste artigo é analisar os efeitos do agronegócio e da pluviosidade nas dinâmicas socioeconômicas do agroecossistema do milho nos Assentamentos Rurais Oito de Outubro e 27 de Outubro no município de Simão Dias-SE. Para isto, fazer-se-á a análise dos impactos inerentes ao processo de produção em sistema de agronegócio e da pluviosidade sobre este sistema.

#### 4.2 A influência do clima no Nordeste do Brasil, o balanço hídrico climatológico e os impactos para a produção de milho em grãos

Os efeitos climáticos são uma das principais causas de perdas das lavouras de milho em Sergipe, o que caracteriza um ponto de risco do agronegócio em sistemas de sequeiro. A relação entre o clima e a atividade agrícola envolve um sistema, que inclui a atmosfera e o sistema solo-planta, onde o primeiro está aquém do controle pelo homem.

De forma geral, o clima de qualquer região é influenciado pela circulação atmosférica que redistribuem calor e umidade por todo o globo (FERREIRA; MELLO, 2005). Por não ser homogênea, essa redistribuição ocasiona variações regionais de precipitação e temperatura

que podem influenciar fortemente as atividades humanas. Na região Nordeste do Brasil, particularmente na porção semiárida, a irregularidade temporal e espacial das chuvas constitui fator relevante a agricultura de sequeiro, que depende manutenção da umidade do solo durante o período de cultivo (MARENGO et al., 2011)

A variabilidade espacial e temporal das precipitações pluviométricas na região Nordeste do Brasil são influenciadas por mecanismos atmosféricos. Esses mecanismos, por sua vez, são influenciados por características geográficas e pelas mudanças na circulação dos ventos responsáveis pelas flutuações interanuais. Os mecanismos de maior atuação na região semiárida do Nordeste são a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e os eventos de El Niño-Oscilação Sul (ENOS) (FERREIRA, MELLO, 2005; MARENGO et al., 2011; COSTA, 2016).

A ZCIT é um sistema meteorológico que designa quão abundante ou deficiente serão as chuvas no Nordeste do Brasil. A ZCIT é “[...] uma banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre, formada principalmente pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte com os ventos alísios do hemisfério sul” (FERREIRA, MELLO, 2005, p.18). O deslocamento da ZCIT é responsável pelas chuvas na região Nordeste do país, como as chuvas no semiárido que ocorrem entre os meses de Fevereiro e Maio (UVO, NOBRE, 1989; MARENGO et al., 2011). Por outro lado, a variabilidade interanual é responsável pela ocorrência de secas no Nordeste, as quais estão relacionadas a anomalias de temperatura das superfícies do Mar (TSM) nos Oceanos Pacífico Equatorial e Atlântico Tropical (SILVA et al., 2011). A TSM nos Oceanos Pacífico e Atlântico Tropical é a principal variável física influenciadora dos fenômenos El Niño e La Niña (ALVES, SOUZA, CAMPOS, 2006).

O El Niño-Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno atmosférico que corresponde a alterações dos padrões normais da TSM, o qual leva ao aquecimento da temperatura e dos ventos alísios na região do Pacífico Equatorial (MARENGO et al., 2011). A La Niña apresenta características opostas ao El Niño, ou seja, corresponde ao esfriamento anormal da TSM (INPE/CPTEC, 2018). Normalmente, os impactos associados a La Niña são contrários aos observados em anos de El Niño. No entanto, esse efeito não é estritamente linear, o que significa que nem sempre uma região afetada pelo El Niño apresenta impactos expressivos devido à La Niña (MARENGO et al., 2011; INPE/CPTEC, 2018).

Na região Nordeste do Brasil, em geral, a ocorrência do fenômeno El Niño está associada com a escassez de chuvas. A escassez de chuvas no Nordeste é a principal responsável pela perda ou pela inviabilidade da produção agrícola. Por exemplo, o El Niño de



1987 atuou de forma intensa no norte da região Nordeste, causando perdas de até 75 % na produção de grãos do Estado do Ceará em 1987 e as expressivas perdas no sertão do Estado de Sergipe no ano de 1997 (MARENGO et al., 2011; MENEZES, 1999). Assim, pode-se dizer que a escassez de água é um problema recorrente na região Nordeste e, mais recentemente, a disponibilidade hídrica per capita na região tem sido insuficiente nos Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe (MARENGO, 2008).

Diante da variabilidade climática do Nordeste do Brasil o uso de ferramenta para o melhor gerenciamento de seus recursos e atividades humanas se fazem necessárias como meio de promover a sustentabilidade social, econômica e ambiental da região. O acompanhamento da variação da pluviosidade para atividades econômicas como a agricultura tem como base a prevenção de perdas da produção, diminuindo, desta forma, os riscos socioeconômicos da atividade.

O balanço hídrico climatológico (BHC) é uma ferramenta de gestão que permite classificar o clima de uma região e realizar o zoneamento agroclimático e ambiental (LIMA, SANTOS, 2009). O BHC refere-se à contabilização das entradas e saídas de água no solo, em determinado período de tempo. As entradas de água no solo são representadas, principalmente, pela precipitação pluvial e as saídas pela evapotranspiração, escoamento superficial, escoamento subsuperficial de saída e percolação (MARIN, 2008). As informações de cunho climático produzidas pelo Balanço Hídrico Climatológico auxiliam no planejamento agrícola e na geração de políticas de controle como o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC), permitindo determinar a melhor época de semeadura, evitando que as fases mais críticas de desenvolvimento da cultura coincidam com as adversidades climáticas.

Em termos práticos, o BHC permite conhecer a variabilidade temporal do clima em ambientes sujeitos à interferência do regime de chuvas para o planejamento de atividades, principalmente a agricultura. As curvas de precipitação, evapotranspiração, excedente e deficiência hídrica, estabelecem os períodos secos e as épocas de chuva de uma determinada região. Essa caracterização contribui significativamente com o planejamento das condições para tráfego de máquinas e implementos agrícolas, bem como com a caracterização das melhores épocas para o desenvolvimento de um cultivo.

### 4.3 Materiais e Métodos

Esta pesquisa foi conduzida nos Assentamentos rurais Oito de Outubro ( $10^{\circ}39'85''$  S e  $37^{\circ}44'59''$  O) e 27 de Outubro ( $10^{\circ}39'03''$  S e  $37^{\circ}42'52''$  O) localizados no município de Simão Dias, Estado de Sergipe, região Nordeste do Brasil. Estes assentamentos estão localizados na parte Noroeste do município de Simão Dias e tem como principal atividade econômica o cultivo de milho em grãos em sistema de sequeiro.

Para análise de pluviosidade utilizou-se a série histórica de precipitação e temperatura do período de 1988 a 2017, referentes ao município de Simão Dias-SE, disponíveis na base de dados da Secretária Municipal de Recursos Hídricos de Sergipe (SEMARH-SE). Para contabilização relativa dos valores mensais de chuva do período 1988 a 2017 utilizou-se a metodologia do BHC. Essa metodologia permite por meio de parâmetros estatísticos observar o comportamento da precipitação (excedente ou deficiência hídrica), evapotranspiração potencial (ETP) e evapotranspiração real (ETR) como forma de entender as dinâmicas de entrada e saída de água no solo. Para o balanço hídrico climatológico utilizou-se o programa Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite & Mather (1955), desenvolvido pelo Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ-USP. Esse programa é formado por uma planilha eletrônica do Excel elaborada por Rolim e Sentelhas (1999). Para este trabalho, utilizaram-se as médias mensais de precipitação e temperatura do ar dos anos de 1988 a 2017, do município de Simão Dias. A escolha dos dados climatológicos do município, ao invés dos dados inerentes aos assentamentos, deve-se à falta de informações disponíveis para a área de estudo e também à proximidade do assentamento à área do município permitindo a extrapolação dos dados meteorológicos disponíveis. Neste trabalho, adotou-se o valor de 75mm como a capacidade de água disponível (CAD) que define o máximo de Armazenamento de água no Solo.

Os dados pluviométricos e os resultados do balanço hídrico foram analisados e contrastados com as exigências hídricas do agroecossistema do milho em grãos e com a produtividade do Assentamento Oito de Outubro e 27 de Outubro no período 2016 e 2017, utilizando os dados coletados nesta pesquisa de campo. Foram levantadas também informações da produtividade municipal de Simão Dias-SE referentes ao milho em grãos, disponíveis no banco de dados do IBGE (2017).

Para análise socioeconômica da produção do milho dos assentamentos, realizou-se uma pesquisa de campo com coleta de dados realizadas por meio da utilização de

questionários (Apêndice A), com informações sobre custo de produção, maquinários, financiamento e produtividade. Os dados foram coletados a partir de visitas aos assentamentos, realizadas entre Fevereiro de 2017 e Fevereiro de 2018. As propriedades de cada assentamento foram selecionadas a partir de dois critérios pré-definidos: 1) os proprietários que residem no assentamento e; 2) histórico de cultivo de milho maior ou igual a 5 anos.

Seguindo estes critérios, o universo da pesquisa foi composto por 57 agricultores no Assentamento Oito de Outubro e 15 agricultores no Assentamento 27 de Outubro. Na sequência adotou-se a técnica de amostragem qualitativa, não probabilística, *snow ball sampling*, ou Amostragem Bola de Neve (GOODMAN, 1961) que consiste na seleção do agricultor a partir da indicação de um outro agricultor, assim sucessivamente, até atingir um “ponto de saturação”, momento em que as informações obtidas se repetem (BIERNACKI et al., 1981; BALDIN, 2011). Desta forma, participaram desse estudo, 30 agricultores do Assentamento Oito de Outubro e 8 agricultores do Assentamento 27 de Outubro (representando aproximadamente 50% do universo da pesquisa em ambos assentamentos).

#### **4.4 Resultados e discussão**

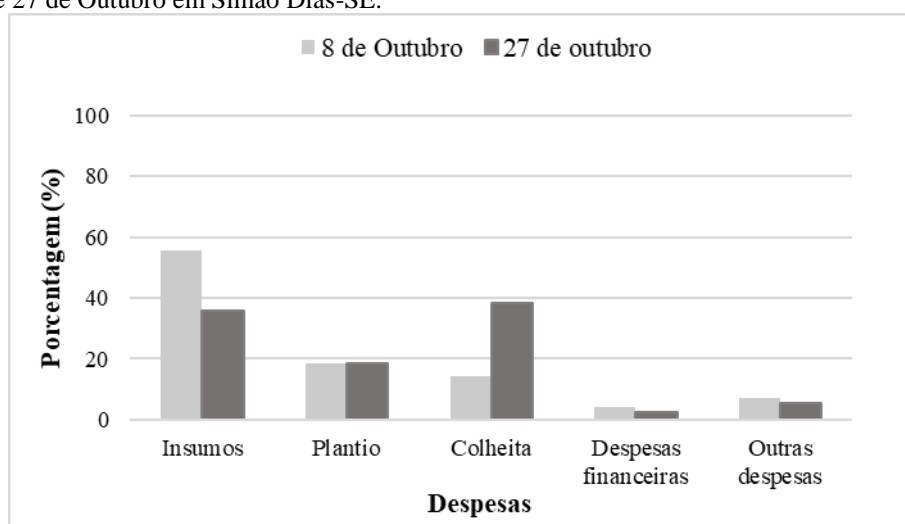
##### **4.4.1 Impactos socioeconômico do agronegócio do milho nos Assentamentos Rurais Oito de Outubro e 27 de Outubro**

Em escala socioeconômica o impacto do agronegócio sobre as famílias assentadas esteve no custo de adoção do pacote tecnológico do milho para atendimento da cadeia produtiva. Observou-se que no Assentamento Rural Oito de Outubro a produção do milho nos lotes ocorre em toda a área de forma mecanizada e com uso de insumos (sementes transgênicas, fertilizantes e herbicidas), os quais são responsáveis pela maior parte das despesas (Figura 4.1). No 27 de Outubro a produção de milho é parcialmente mecanizada, em função das áreas íngremes em alguns lotes, com uso intenso de insumos químicos.

A despesa com insumos representa, para o Assentamentos Oito de Outubro, 55,6 % da despesa total por ha, correspondendo em média a R\$ 950,34 por ha (Figura 4.1). Para o 27 de Outubro as despesas com insumos aproxima-se das despesas de colheita representando, respectivamente, 35,6 % e 38,1 % da despesa total, o que em média corresponde a R\$ 864,90 e R\$ 925,34 por ha.

A diferença expressiva das despesas média de colheita entre Assentamentos Oito de Outubro (R\$ 244,50/ha) e 27 de Outubro (R\$ 925,34/ha) mostra as diferenças do perfil tecnológico entre eles, que se estende também entre os próprios assentados. A aquisição de máquinas agrícolas como colheitadeiras mecânica e trator em função da melhor disposição financeira entre os agricultores do Oito de Outubro favoreceu a diminuição das despesas com colheitas, enquanto no 27 de Outubro há a necessidade de contratação de serviços de terceiros que associados a morfologia íngreme do terreno, soma-se ainda aos custos da colheita a contratação de trabalhadores manuais.

Figura 4.1 Despesa relativa dos segmentos do processo produtivo da lavoura do milho dos Assentamentos Rurais Oito de Outubro e 27 de Outubro em Simão Dias-SE.



Fonte: Pesquisa de campo (2017)

O acesso aos insumos e maquinários apresentam-se de forma diferenciada entre os assentados e entre os assentamentos, devido ao acesso ao crédito de cada um. É fato que, com a inserção do pacote tecnológico do milho, o crédito tornou-se fundamental ao plantio desta cultura entre os pequenos agricultores. O crédito bancário constitui um dos principais meios de capitalização da agricultura familiar para a produção do milho em sistema de agronegócio em Sergipe (OLIVEIRA, 2014).

Até os anos 2000 a produção de milho em Sergipe apresentava poucos investimentos, era pouco tecnificada e cultivada por grupos familiares para subsistência e sem garantias de crédito (CUENCA, NAZÁRIO, 2003). A partir de 2003, com os investimentos em pesquisa de cultivares de milho desenvolvidas pela Embrapa Tabuleiros Costeiros, o município de Simão Dias iniciou seu primeiro processo de modernização (PRATA, 2013). No

Assentamento rural Oito de Outubro, a atuação do crédito foi decisiva para a aquisição de maquinários e tem sido bastante atuante nos últimos dez anos como aporte financeiro ao custeio da produção. O elevado grau de organização dos Assentamento Oito de Outubro, permitiram desde o início do assentamento a evolução das modalidades de crédito para todos os assentados (ALMEIDA, 2006). Em 2017, apenas 20% dos agricultores estruturados no plantio de milho não solicitaram o crédito para custeio para a produção, tendo entre os motivos ao impedimento o acionamento do seguro do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (PROAGRO) nos últimos três anos consecutivos. Esses programas são ações de políticas implementadas pelo o governo brasileiro para mitigação dos efeitos da seca entre os pequenos agricultores (MARTINS, 2017).

No Assentamento 27 de Outubro, o crédito foi descrito pelos agricultores como necessário ao plantio de milho, no entanto, seu acesso para a safra 2017 foi restrito a apenas 37,5% das propriedades analisadas. A maioria (62,5 %) das propriedades deste alegaram não solicitar tais recursos e utilizam recursos próprios para compra de insumos e cumprimento de algumas etapas da produção ou ainda trabalham com parcerias e quitação das dívidas (mão de obra e comércio) após a venda do milho.

A opção pelo crédito em ambos assentamentos está vinculada, principalmente, a implementação do seguro agrícola e enquadramento no PROAGRO. Observou-se que o PROAGRO representa para os agricultores destes assentamentos, um meio de inclusão no sistema produtivo de milho, ao mesmo tempo que pode-lhe garantir subsistência em meio as intempéries do clima da região. Ademais, visto que a precipitação no semiárido nordestino apresenta uma grande variabilidade no tempo e espaço, a ocorrência de chuvas, por si só, não garante que as culturas anuais serão bem-sucedidas (MARENGO, 2008). Neste sentido, o acesso ao crédito repercute diretamente na capacidade produtiva dos assentamentos, impulsionando um conjunto de atividades locais que lhes possibilitam inclusão econômica, social e produtiva no mercado (MOURA, 2006).

A adaptação de materiais genéticos às condições edafoclimáticas da região Agreste melhorou a produtividade do milho e gerou um cenário propício aos investimentos. O mercado de sementes ampliou a oferta de diferentes variedades e tecnologias (convencionais, híbridos e transgênicos), bem como a capacitação de uso dessas sementes com dias de campo nos estabelecimentos. A adoção dessas sementes pelos agricultores foi a tecnologia que mais contribuiu com a garantia da safra (SANTOS, 2012).

O plantio de sementes transgênicas em 2017 atingiu 96,66 % das propriedades do Assentamento Oito de Outubro e 12,5 % das propriedades do 27 de Outubro. De acordo com Oliveira (2016), essa tecnologia vem sendo utilizada com maior intensidade pelos agricultores da região Agreste desde o ano 2010, como solução contra as pragas da lavoura, em especial a lagarta-do-cartucho e, conseqüentemente, reduzindo perda da produtividade. No entanto, há um nível de deficiências no manejo destas sementes.

A infestação por pragas, mesmo utilizando semente tipo transgênica foi relatada por 10 % dos agricultores do Oito de Outubro. Tal fato, pode estar associado ao não cumprimento da obrigatoriedade da área de refúgio pelos agricultores deste assentamento. Observou-se que 83 % das propriedades deste assentamento não utilizaram áreas de refúgio por julgarem não ser necessário, uma vez que as propriedades vizinhas também utilizam sementes transgênicas. Essa percepção mostra a falta de clareza dos agricultores quanto aos benefícios associados da área de refúgio no uso da transgenia. Um dos efeitos ecológicos dos cultivos transgênicos é a evolução da resistência de insetos-praga à toxina Bt, apresentando uma quebra da resistência à proteína Cry1F (FARIAS et al., (2014). Esse efeito é potencializado quando não associado a áreas de refúgio, que para o milho corresponde a no mínimo 10 % da lavoura, conforme recomendado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

No tocante as sementes 100% das que são utilizadas pelos agricultores entrevistados em ambos assentamentos são do tipo precoces, o que evidencia a preocupação dos produtores com o risco da falta de chuva no desenvolvimento da planta. O ciclo das sementes pode variar de acordo com a tecnologia empregada podendo estas serem classificadas em normais ou tardias, semiprecoce, precoce e superprecoce (EMBRAPA, 2010). Essa tecnologia procura reduzir o tempo de desenvolvimento da planta de milho, ao passo que propõe a melhoria rendimento dos grãos pela redução dos impactos das limitações climáticas, em especial as estiagens (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2009). Essas sementes possibilitam ao produtor atender às exigências do zoneamento agrícola de risco climático em plantios tardios, mas são tecnologias caras e nem sempre o agricultor familiar consegue utiliza-las.

Associada ao melhoramento das sementes esteve também o mercado de máquinas e equipamentos. A mecanização contribuiu de forma efetiva para a crescimento do milho no Agreste de Sergipe e, especialmente, em Simão Dias (OLIVEIRA, 2011; PRATA, 2013). As empresas de máquinas, equipamentos e implementos agrícolas ampliaram seu campo de atuação e colocaram à disposição dos agricultores todo aparato técnico para o fortalecimento do milho na região. Ademais, os fertilizantes e agrotóxicos, indispensáveis a manutenção do

padrão tecnológico do milho fomentado pelo agronegócio também ganhou mercado entre os agricultores e expandiu sua comercialização local e os preços em função da demanda.

O padrão tecnológico introduzido pelo agronegócio aumentou os custos da produção do milho e evidenciou as diferenças socioeconômicas para o acompanhamento tecnológico. A questão de custos com a colheita evidenciou a diferença entre os Custos operacionais efetivos entre os assentamentos. O custo operacional efetivo é o somatório de todas as despesas assumidas pela propriedade ao longo de um ano para a realização de uma produção e que serão consumidos neste mesmo intervalo de tempo, como de mão-de-obra, e insumos, operações com máquinas e equipamentos (JUNIOR; OSAKI, 2005). O custo operacional efetivo médio por ha do plantio do milho no Assentamento 27 de Outubro foi de R\$ 2.357,87, isto é, sendo 27,6 % superior ao do Assentamento Oito de Outubro. Esta diferença de R\$ 1.706,83 expressa não somente as dificuldades do agricultor do 27 de Outubro em manter-se nessa cadeia, mas a necessidade de investimento e apoio técnico governamental para estruturar condições mínimas ideais de organização produtiva, social e a viabilização de uma infraestrutura tecnológica.

Em termos econômicos, diferença econômica do custo operacional reflete a ausência de um sistema de organização social que priorize outras oportunidades de venda da produção, que por sua vez, limitam os ganhos financeiros do agricultor. De acordo com Buainain (2006) o desempenho econômico dos agricultores familiares na cadeia produtiva é fortemente influenciado por variáveis que não estão sob controle da unidade de produção, sejam decorrentes de políticas de conjuntura macroeconômica, sejam decorrentes de especificidades locais e regionais. Nesse sentido, a viabilidade econômica da produção do milho é dependente, entre outros aspectos, dos preços de mercado, tanto na aquisição dos insumos quanto na venda dos produtos. No agronegócio do milho dos Assentamentos Rurais 8 Outubro e 27 de Outubro, os atravessadores tem um peso significativo no processo de comercialização o que repercute no preço de venda do produto (que a nível local é marcado pela oferta e pela procura) pela rápida necessidade de venda para quitação da dívida de crédito com o banco. Neste sentido, os custos de produção não acompanham os preços de venda o que pode diminuir os lucros relacionados ao cultivo.

Analisando o custo-benefício da produção do milho nos assentamentos rurais, tem-se que no Oito de Outubro em média a cada 100 reais vendidos o agricultor agrega R\$ 48,02 reais, ao passo que no 27 de Outubro a cada 100 reais vendidos o agricultor agrega em média R\$ 28,87 reais. Esta diferença atribui-se ao maior custo auferido ao sistema de plantio e

colheita do 27 de Outubro. Este dado significa também o potencial produtivo dos assentamentos, mesmo mediante aos impasses de produção como é o caso do 27 de Outubro, mas que permite uma reorganização social e econômica dessas famílias.

Os impactos econômicos da atividade agrícola estão ligados ainda ao processo de degradação ambiental. A expansão da cultura do milho no Oeste Sergipano tem sido acompanhada da mudança de perfil tecnológico da produção, que direciona os sistemas ao uso intensivo dos recursos naturais, notadamente o preparo do solo (BARROS et al., 2015).

Ressalta que a superexploração do solo, como principal recurso natural no agroecossistema de produção familiar dos Assentamentos Rurais 8 Outubro e 27 de Outubro, tem mostrado seus riscos quanto aos efeitos da degradação. O sistema de cultivo utilizado pelos agricultores de ambos assentamentos é o convencional (aração e gradagem). Esse sistema é caracterizado pelo maior revolvimento do solo, primeiramente para a descompactação superficial e incorporação de insumos e resíduos vegetais, e secundariamente para o destorroamento e nivelamento da camada arada de solo (ALVARENGA; CRUZ; NOVOTNY, 2002). Esse sistema de manejo associada a ausência de técnicas conservacionistas de manejo de solo e a inclinação do terreno na maioria dos lotes dos Assentamentos Rurais 8 Outubro e 27 de Outubro deixa o solo vulnerável a erosão. Em ambos assentamentos, foi visível na área de plantio do milho a presença de erosão tipo sulcos, marcada pelo escoamento da água das chuvas sobre o solo promovendo o desgaste ou cortes no terreno (Figura 4.2).

Figura 4.2 - Manchas de erosão hídrica em área de plantio de milho no Assentamento Oito de Outubro (à esquerda) e no 27 de Outubro (a direita).



Fonte: Pesquisa de campo (2017).

A erosão hídrica pode ser considerada no Brasil como o tipo de degradação de maior impacto sobre a capacidade produtiva dos solos, que podem gerar não apenas efeitos

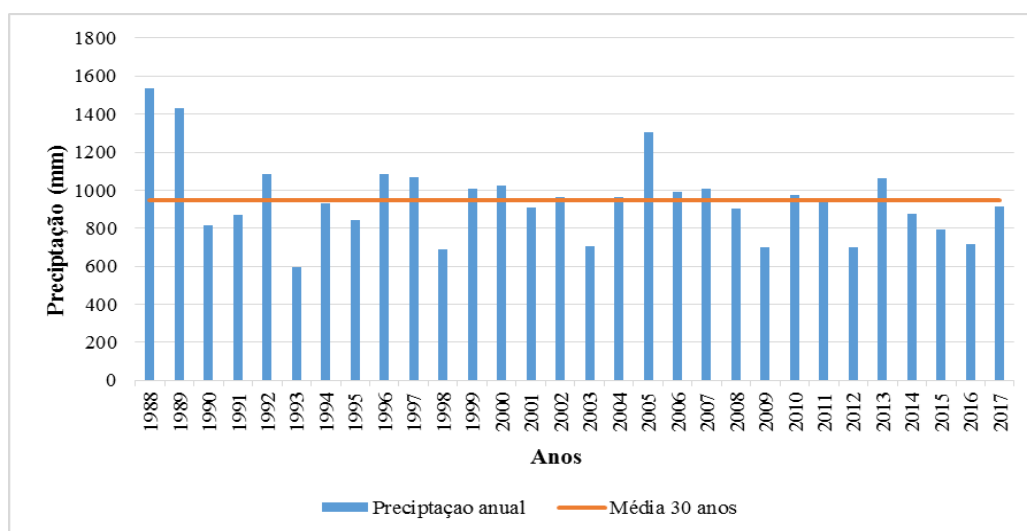


ambientais, mas também econômicos à atividade agrícola em função da perda de nutrientes e queda da produtividade das culturas (BARROS et al., 2015). Nos Assentamentos Rurais Oito de Outubro e 27 de Outubro a pouca profundidade, a presença de rochas e declives dos Neossolos Litólicos acrescem ainda mais o risco de erosão destes solos associados ao uso de máquinas utilizadas no plantio do milho. Os Neossolos Litólicos são solos pouco evoluídos e se caracterizam pela presença do horizonte A apoiado diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material fragmentado maior que 2 mm de diâmetro (EMBRAPA, 2006). Devido a tais características, estes solos não são remendados para exploração agrícola com alta tecnologia, sendo melhor adaptado a sistema de pastagem (GOMES et al., 2007).

#### 4.4.2 Dinâmica climática e seus efeitos no agroecossistema do milho nos Assentamentos Rurais Oito de Outubro e 27 de Outubro.

Os dados de precipitação anual do período 1988-2017 do município de Simão Dias apresentaram precipitação média de 947,6 mm (Figura 4.3). A menor precipitação anual acumulada foi encontrada no ano de 1993, que atingiu 594,9 mm e a maior precipitação anual acumulada (1538,3 mm) em 1988.

Figura 4.3 - Precipitação anual do município de Simão Dias-SE no período (1988-2017).



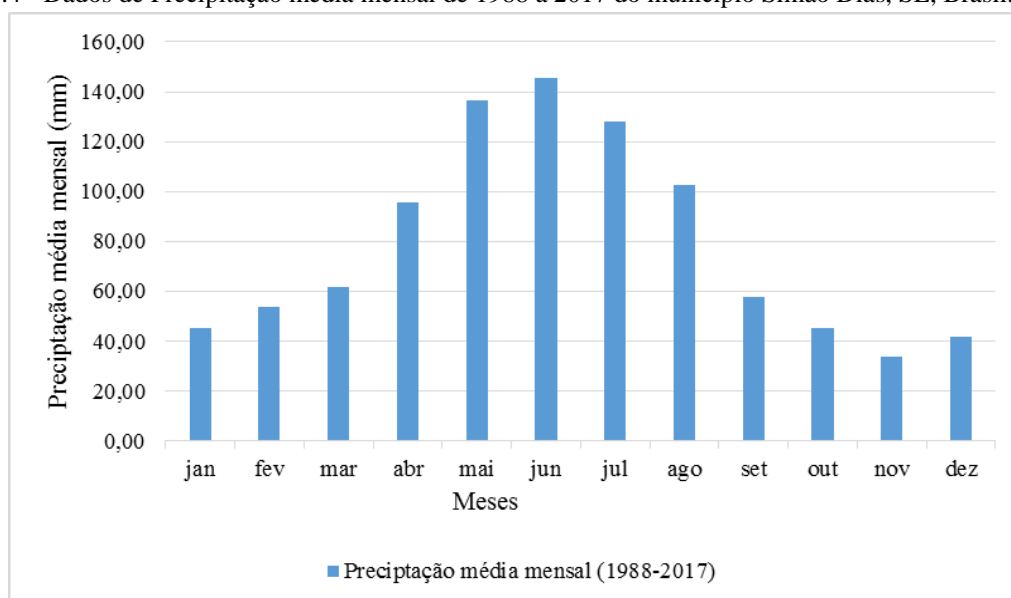
Fonte: SEMARH-SE/INMET

No Estado de Sergipe, a precipitação pluvial é uma das principais responsáveis pelas oscilações na produtividade de grãos de milho, cuja queda está relacionada a variabilidade temporal e espacial das chuvas que ocorrem entre os meses de Março e Agosto (SILVA et al.,

2013). A distribuição das chuvas no município de Simão Dias (1988-2017) mostra dois períodos distintos, um com chuvas mensais abaixo de 80 mm de Setembro a Março e outro acima de 80 mm de Abril a Agosto (Figura 4.4). Segundo Marengo et al. (2011), essa distribuição da precipitação é uma característica da região semiárida do Nordeste resultado principalmente da atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

A ocorrência das chuvas nesta região está normalmente associada ao deslocamento sazonal da ZCIT de sua posição ao norte ( $\sim 12^\circ \text{N}$ ), em Agosto e Setembro, para posições mais ao sul, ( $\sim 4^\circ \text{S}$ ), em Março e Abril (FERREIRA, MELLO, 2005).

Figura 4.4 - Dados de Precipitação média mensal de 1988 a 2017 do município Simão Dias, SE, Brasil.



Fonte: SEMARH-SE/INMET

O município de Simão Dias está parcialmente inserido na região semiárida de Sergipe. Esta região apresenta regime pluviométrico caracterizado por extrema irregularidade de chuvas no tempo e no espaço (CRUZ et al., 2014). O mês de Junho apresenta-se como o mês de maior precipitação (145,4 mm), seguido pelos meses de Maio (136,6 mm) e Julho (127,8 mm) que correspondem ao período inverno chuvoso propício de acordo com o zoneamento agroclimático do município como o ideal para o início do plantio da cultura do milho em sequeiro.

A escassez de chuva interfere diretamente no desenvolvimento e crescimento da planta do milho e atua diretamente nas atividades fisiológicas da mesma interferindo na produção dos grãos e de matéria seca (EMBRAPA, 2004). O milho apresenta necessidade hídrica que

varia de 200 a 400 mm para o ciclo completo, que podem variar também de acordo com o local e época de plantio (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2009).

Nos Assentamentos Rurais 8 e 27 de Outubro, o calendário de plantio do milho segue a ocorrência de chuvas entre os meses de Abril e Maio. No entanto, a produtividade aos longos dos últimos anos tem sofrido variações de acordo com a distribuição irregular das chuvas, nos anos de 2010, 2011, 2012 e 2016.

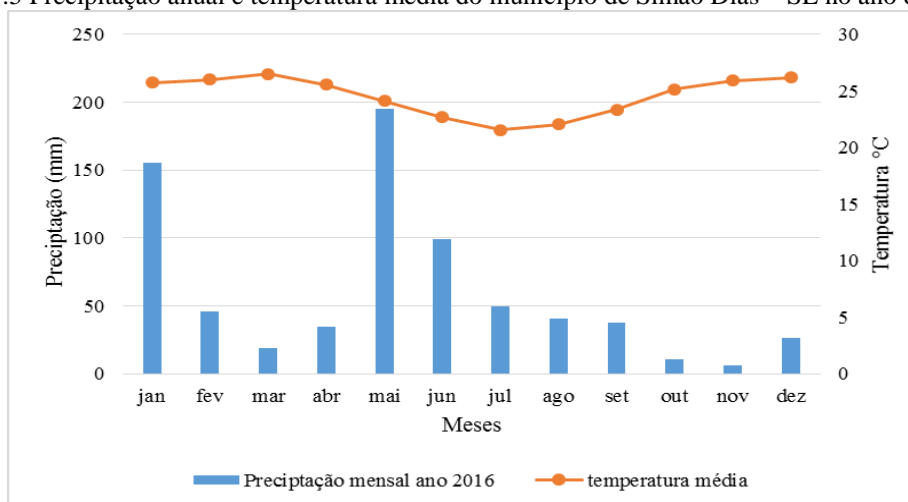
Pesquisas realizadas por Santos (2012) e Silva (2014) mostraram que a média de produtividade do milho para o ano de 2010 foi de 40 sacos/ha (2.400 kg/ha) e no ano de 2011 de 18 sacos/ha (1.080 Kg/ha). A variação correspondeu a uma queda de produtividade de 55 % de 2010 para 2011. No ano de 2012, também em função da estiagem prolongada houve uma diminuição na produtividade do Assentamento 8 de Outubro que atingiu aproximadamente 1.359 kg/ha, uma diminuição de 43,4 % em relação ao ano de 2010 (SILVA, 2014).

O ano de 2016 apresentou uma forte queda da produtividade, tanto em nível municipal quanto nos assentamentos. De acordo com dados do IBGE (2017), a produtividade do milho em Simão Dias para 2016 foi 1.780 kg/ha e apresentou forte queda quando comparada à média de produtividade do milho do município nos últimos dez anos (5.048 kg/ha). Nos Assentamentos Rurais Oito de Outubro e 27 de Outubro essa perda também foi evidente. No ano de 2016, os assentamentos apresentaram produtividade média correspondente a 30 sacos/ha (1.800 kg/ha), o pior índice de perdas desde o ano 2010. Por outro lado, no ano de 2017, a produtividade média no Oito de Outubro atingiu 105 sacos/ha e no 27 de Outubro 100 sacos/ha, isto é, 6300 kg/ha e 6000 kg/ha, respectivamente.

O índice pluviométrico registrado em 2016 em Simão Dias foi 718,9 mm, estando 228,7 mm abaixo da média de chuva do período 1988-2017. Isto mostra que volume anual de chuvas não define a produtividade do milho em Simão Dias e sim a distribuição das chuvas no ciclo da cultura.

Em 2016, a precipitação apresentou maior concentração pluviométrica nos meses de Janeiro, Maio e Junho (Figura 4.5). Nos demais meses, o acumulado mensal de chuvas não atingiu 80 mm, principalmente nos meses de Abril, Julho e Agosto, cuja a precipitação ficou abaixo da média dos respectivos meses. O volume precipitado nos meses de Maio e Junho correspondeu a 40,9 % da precipitação anual, o que mostra a concentração das chuvas de 2016 em apenas dois meses de plantio, o que predispôs a perda da produtividade do milho no período.

Figura 4.5 Precipitação anual e temperatura média do município de Simão Dias – SE no ano de 2016.



Fonte: SEMARH-SE/INMET

A queda no quantitativo de chuvas em períodos normalmente chuvosos é indicativo de ocorrência de veranicos (fenômeno popularmente conhecido no semiárido nordestino como seca verde) que afeta os períodos críticos de desenvolvimento das culturas anuais (MARENGO, 2008). A baixa precipitação no período de Junho e Julho de 2016 comprometeu os estádios reprodutivos da planta, o que prejudicou a formação e preenchimento dos grãos, uma das fases mais críticas e decisivas a boa produtividade da cultura. O período de transição entre os estádios vegetativos e reprodutivos a escassez de chuvas pode afetar a polinização e o número final de grãos e o estresse hídrico pode reduzir o potencial produtivo da espiga levando ao risco de abortamento (CIANPITTI; ELMORE; LAUER, 2011).

Segundo Magalhaes e Durães (2007), o déficit hídrico na sequência de duas semanas antes até duas semanas após a fase de florescimento ocasiona uma queda brusca na produtividade dos grãos na ordem de 25 a 50%. A escassez de chuvas estimulou o estresse hídrico da planta e levando a perda total e/ou parcial da safra nos estabelecimentos rurais produtores de milho no município Simão Dias.

A escassez de chuvas no Nordeste do Brasil está em geral associada ao fenômeno El Niño. O El Niño corresponde a um aquecimento anormal das águas do Oceano Pacífico Equatorial que produz o enfraquecimento dos ventos alísios<sup>4</sup> e a diminuição das águas mais frias próximo à costa oeste da América do Sul, e em anos de ocorrência, produz o aumento de

<sup>4</sup> Ventos persistentes, principalmente na atmosfera inferior, que sopram sobre vastas regiões de um anticiclone subtropical em direção às regiões equatoriais. Direção predominante no hemisfério sul é de sudeste (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2008)

chuvas na Região Sul do Brasil e secas severas na Região Norte e Nordeste (MARIN, 2008). Eventos como El Niño exercem papel significativo na dinâmica pluvial dos municípios da região semiárida de Sergipe, principalmente associados a ocorrência de secas (OLIVEIRA, 2017).

De acordo com INPE/CPTEC (2018) a ocorrência do El Niño nos últimos 30 anos (1987 a 2016) obteve três intensidades: Fraca, Moderada e Forte (Quadro 4.1). Os anos de forte ocorrência foram nos períodos de 1987-1988, 1991-1992, 1997-1998 e 2015-2016. Os episódios cíclicos de ocorrência do El Niño que, em geral, reaparecem em intervalos de 2 a 7 anos (MARENGO et al., 2011). O ano de 2015-2016 foi ano de ocorrência de El Niño com forte intensidade o que pode ter influenciado na irregularidade de chuvas em 2016, e contribuído com a queda da produção do milho no território sergipano, notadamente nos assentamentos rurais de Simão Dias.

Quadro 4.1 Anos de ocorrência do El Niño e sua intensidade (1986 – 2016)

Ano de ocorrência	Intensidade de Ocorrência
1986-1987	Moderada
1987-1988	Forte
1991-1992	Forte
1992-1993	Fraca
1997-1998	Forte
2002-2003	Moderada
2006-2007	Moderada
2009-2010	Moderada
2015-2016	Forte

Fonte: INPE/CPTEC, 2018

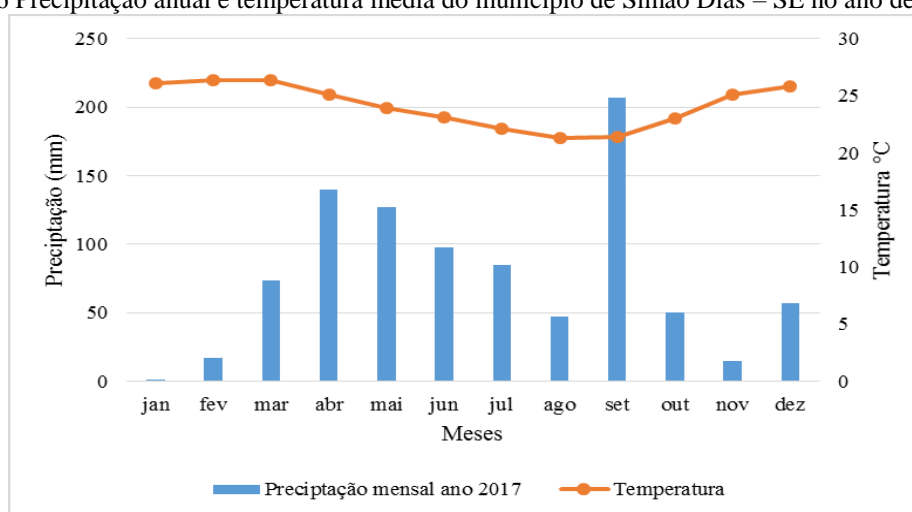
A temperatura média anual no ano de 2016 atingiu o valor de 24,5°C, tendo como os meses mais quentes Março e Dezembro. De acordo com a série histórica, as temperaturas mais baixas foram registradas nos meses mais chuvosos, correspondentes ao inverno, em que são realizados o plantio do milho. No entanto, segundo os agricultores o calendário de plantio tem sido cada vez mais irregular devido à espera das primeiras chuvas de inverno.

Associado isto, a baixa capacidade de armazenamento de água das classes de solo do município de Simão Dias contribui com a perda de produtividade. De acordo com Silva et al. (2014) os Neossolos Litólicos abrangem 46% do município de Simão Dias, sendo considerado um solo com potencial pedológico Baixo e Muito Baixo para o cultivo de milho sob manejo com alta tecnologia. Devido a pequena espessura dos Neossolos Litólicos “[...] o fluxo de d’água em seu interior é precocemente interrompido, facilitando o escoamento em

superfície, provocado pela rápida saturação do solo, e em subsuperfície, na zona de contato solo-rocha” (GUERRA; BOTELHO, 2006, p. 190).

Ao contrário, o ano de 2017 foi marcado pela recuperação da produtividade do milho, em relação ao ano de 2016, nos Assentamentos Oito de Outubro e 27 de Outubro pela presença das chuvas na região. Os valores de precipitação atingiram 915,9 mm e a distribuição das chuvas no período de plantio e floração do milho corresponderam a média de chuvas esperada (Figura 4.6), traduzindo-se em condições favoráveis a produtividade do milho.

Figura 4.6 Precipitação anual e temperatura média do município de Simão Dias – SE no ano de 2017.



Fonte: SEMARH-SE/INMET

Observa-se na que no mês de Setembro de 2017 choveu 256,4 % a mais que a média histórica de 57,8 mm (1988-2017), mostrando uma condição atípica para o mês. Contudo, os agricultores de ambos assentamentos relataram na colheita a presença de grãos ardidos associados ao excesso de chuva na presença de espigas não deiscentes (espiga não dobra após atingir a maturidade fisiológica).

A depreciação da qualidade dos grãos pode ser identificada pela ocorrência de grãos ardidos, que está diretamente relacionada ao híbrido de milho e ao nível de empalhamento das espigas, e indiretamente, podem contribuir com seu incremento, a presença de pragas, desequilíbrio nas adubações e período chuvoso no final do ciclo (MAGALHÃES; DURÕES, 2007). Assim como o déficit traz danos a produtividade do milho, o excesso de água no ciclo do milho também traça um panorama de problemas na agricultura de sequeiro. Os grãos ardidos afetam a qualidade final do produto e representa descontos no preço de venda,

comprometendo o rendimento financeiro da produção. A figura 4.7, mostra o brotamento do milho na espiga e sinais de escurecimento dos grãos na lavoura do Assentamento 27 de Outubro. Isto evidencia cultivares não adaptadas a região, que por serem não deiscentes, quando da ocorrência de chuvas após o secamento da espiga, favorece a brotação dos grãos, fazendo-os germinar por conta da retenção de água.

Figura 4.7 - Brotamento do milho na espiga e sinais de escurecimento dos grãos na lavoura dos Assentamentos Oito de outubro e 27 de Outubro, Simão Dias, SE, Brasil.



Fonte: Pesquisa de campo (2017)

#### 4.4.3 Análise do Balanço hídrico climatológico

A produção de milho está diretamente ligada à condição do clima durante os estádios vegetativos e reprodutivos. A Tabela 4.1 e Figura 4.8 apresentam os resultados do balanço hídrico médio mensal para o município de Simão Dias-SE no período de 1988 à 2017. O município de Simão Dias apresentou uma precipitação anual de 947,6 mm. Os meses mais chuvosos são os compreendidos entre os meses de Abril e Agosto, com flutuações com variam de 95,6 a 145,4 mm/ mês.

A deficiência hídrica foi registrada nos meses de Setembro a Abril e os excedentes hídricos nos meses de Junho a Agosto. O período mais crítico de déficit hídrico apresentou índice negativo de 101,7 mm para o mês de Dezembro e 90,9 mm para o mês de Janeiro, demonstrando que as chuvas ocorridas nestes meses não ultrapassaram a capacidade de água

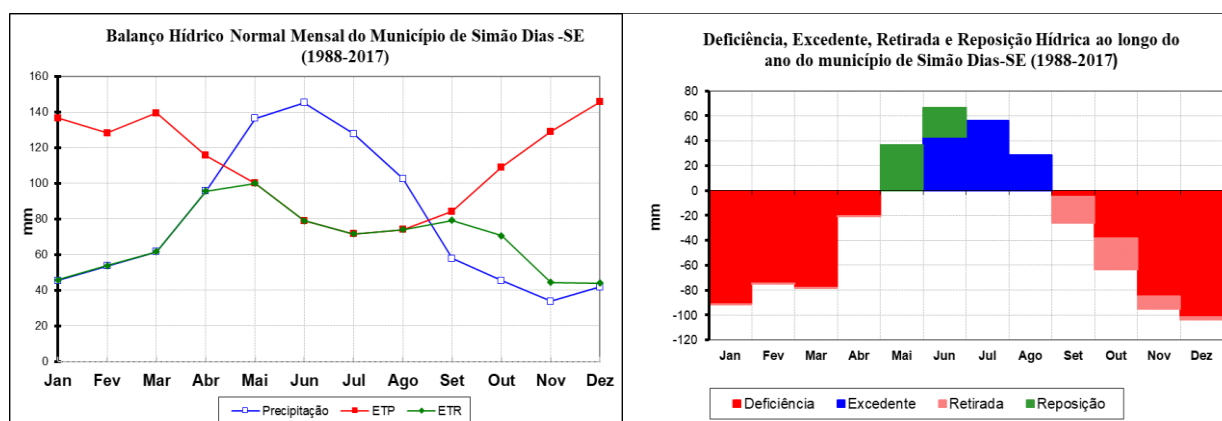
no solo. Uma condição de evapotranspiração maior que precipitação leva a baixa disponibilidade de água no solo e ao maior risco ao cultivo de sequeiro.

Tabela 4.1 - Representação dos valores médios de Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração Potencial (ETP), Evapotranspiração Real (ETR), Deficiência (DEF) e Excedência (EXC) do município de Simão Dias-SE no período de 1988 a 2017.

	T °C	P (mm)	ETP (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	26,1	45,4	136,7	45,8	90,9	0,0
Fev	26,2	53,7	128,3	53,8	74,5	0,0
Mar	26,3	61,5	139,6	61,6	78,0	0,0
Abr	25,2	95,6	115,8	95,6	20,1	0,0
Mai	24,0	136,6	100,0	100,0	0,0	0,0
Jun	22,6	145,4	79,0	79,0	0,0	43,0
Jul	21,7	127,8	71,7	71,7	0,0	56,1
Ago	21,8	102,7	74,1	74,1	0,0	28,6
Set	22,8	57,8	84,2	79,2	5,0	0,0
Out	24,3	45,4	109,1	70,7	38,4	0,0
Nov	25,8	33,8	129,2	44,4	84,8	0,0
Dez	26,4	41,8	145,7	44,1	101,7	0,0
Totais	293,0	947,6	1313,3	819,9	493,4	127,7
Média	24,4	79,0	109,44	68,3	41,1	10,6

Fonte: SEMARH-SE/INMET.

Figura 4.8 - Extrato do Balanço Hídrico Climatológico do município de Simão Dias (1988 – 2017).



Fonte: ENDAGRO/SEMARH

Já entre os meses de Junho a Agosto, há excesso de água causado pela maior quantidade de chuva em relação à evapotranspiração observada no período (FIGURA 4.8). A evapotranspiração potencial foi de 1.313,3 mm com índices mensais oscilando entre 71,7 mm e 145,7 de Julho a Dezembro, período em que se verifica o início da estiagem promovendo retiradas de água armazenadas no solo.



Neste sentido, em função da concentração das chuvas e da demanda diária de água da planta as estiagens ou veranicos mesmo em período de excesso hídrico podem afetar o desenvolvimento da cultura do milho. Isto porque, altas precipitações em um dia podem fazer a CAD ser alcançada e gerar excedentes, mas nos dias seguintes volta a ocorrer as retiradas de água e com isso ocorrer as deficiências (CARVALHO et al., 2011).

A evapotranspiração real apresentou um total de 819,9 mm, acompanhando a trajetória de precipitação que ocorreram de Dezembro a Abril. A precipitação foi maior que a evapotranspiração real (ETR), apenas no período chuvoso. Verifica-se que no mês de Maio ocorreu reposição hídrica e no mês de Junho ocorreram ao mesmo tempo excedente e reposição hídrica, o que, certamente, se deve à concentração das chuvas superior a estimativa mensal do balanço hídrico.

Tem-se que as condições climáticas registradas no período 1988 a 2017 mostram um cenário favorável ao plantio do milho sequeiro, mesmo com a ocorrência de estiagens atípicas durante o inverno. O acompanhamento sistemático do armazenamento da água do solo é um importante indicador das condições hídricas a que as plantas estão submetidas (CARVALHO et al., 2011), com vistas a redução dos riscos a que estão propícios o agroecossistema do milho em sistema de sequeiro. No entanto, o balanço hídrico não dimensiona o impacto do déficit hídrico na produtividade das plantas, apenas investiga sua relação com a precipitação e direciona a adequação das culturas.

#### **4.5 Considerações finais**

O uso de tecnologias ampliou a extensão territorial da cultura de milho em grãos no Estado de Sergipe, bem como os ganhos em nível de produção e produtividade. Nos Assentamentos Oito de Outubro e 27 de Outubro em Simão Dias-SE, os agroecossistemas do milho para a produção de grãos possibilitou a participação dos assentados no mercado regional. Muito embora essa participação seja de forma subordinada e desigual, os assentamentos em questão estão entre principais produtores de milho em regime de agricultura familiar do município.

A irregularidade de chuvas e os custos de produção são os principais responsáveis pelas oscilações na produção de grãos de milho nos assentamentos. A representação dos valores de excedente e deficiência hídrica mostrou a variabilidade temporal do clima do município de Simão Dias, bem como a influência da instabilidade climática desta região influencia no

crescimento e no resultado final da produção da cultura do milho. Neste sentido, configura-se que baixa produtividade da safra de milho está relacionada a maior concentração de chuvas em determinados meses e menor distribuição dos volumes de chuva em outros meses, proporcionando uma irregularidade que afeta os estádios fenológicos da cultura do milho mesmo para aquele plantados no inverno. Associado a isto, a presença de classes de solos com baixa capacidade de armazenamento de água influi diretamente sobre a produtividade em períodos secos.

O pacote tecnológico dinamizou o investimento e o crescimento da cultura do milho, todavia esse pacote é caro e traz crescentes impactos ao meio ambiente. A intensificação da produção e do uso do solo sem adoção de práticas conservacionistas tem mostrado a vulnerabilidade do solo a degradação, o que consequentemente poderá levar a perdas de produtividade.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. N. **Organizações sociais numa proposta de sustentabilidade em assentamentos**. 2006. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2006.
- ALVARENGA, R. C. CRUZ, J. C. NOVOTNY, E. H. CULTIVO DO MILHO: Preparo convencional do solo. **Comunicado Técnico 40**, Embrapa Milho e Sorgo: Sete Lagoas, MG, Dezembro, 2002. Disponível em: [www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Comunicadotecnico40\\_000fid6kd8u02wyiv80z4s473snuubbk.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Comunicadotecnico40_000fid6kd8u02wyiv80z4s473snuubbk.pdf)
- ALVES, J. M. B.; SOUZA, R. O.; CAMPOS, J. N. B. Previsão da anomalia de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Atlântico Tropical, com a equação da difusão de temperatura. **Revista Climanalise**, ano 3, n. 1, p. 6-19, mai. 2006. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/ano1.shtml> Acesso em: 04 jan. 2019.
- AYOADE, J.O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. 4.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- BALDIN, N. MUNHOZ, E. M. B. **Snowball (Bola De Neve): Uma Técnica Metodológica para Pesquisa em Educação Ambiental Comunitária**. Anais do X Congresso Nacional de Educação. Curitiba, 2011. Disponível em: [http://educere.bruc.com.br/CD2011/pdf/4398\\_2342.pdf](http://educere.bruc.com.br/CD2011/pdf/4398_2342.pdf) Acesso em: 17 de março de 2016.
- BARROS, I.; PACHECO, E.P.; CARVALHO, H.W.L.; CINTRA, L. D.; SILVA, J.M.L.; Et al. **Perdas de Solo e Água em Sistemas de Cultivo de Milho no Agreste Sergipano**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015.

BAUMGÄRTNER, Stefan. QUAAS, Martin. What is sustainability economics? **Ecological Economics**, v.69 n.3, p. 445-450, 2010 Disponível em: (doi:10.1016/j.ecolecon.2009.11.019

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. Milho. In.: MONTEIRO, José Eduardo B. A. (Org.) Agrometeorologia dos Cultivos: O fator meteorológico na produção agrícola. Brasília, DF: INMET, 2009. Disponível em: [http://www.inmet.gov.br/portal/css/content/home/publicacoes/agrometeorologia\\_dos\\_cultivos.pdf](http://www.inmet.gov.br/portal/css/content/home/publicacoes/agrometeorologia_dos_cultivos.pdf)

BERTRAND, Claude; BERTRAND, Georges. **Uma Geografia transversal e de travessias:** o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades. Messias Modesto dos Passos (Org.) Maringá: Ed. Massoni, 2009.

BIERNACKI, Patrick; WALDORF, Dan. **Snowball Sampling:** Problems and Techniques of Chain Referral Sampling. **SOCIOLOGICAL METHODS & RESEARCH**, Vol. 10 No. 2. November 1981 141-163.

BUAINAIN, Antônio Márcio. **Agricultura familiar, agroecologia e desenvolvimento sustentável:** questões para debate. Brasília: IICA, 2006, 136p.

CIAMPITTI, I. A.; ELMORE, R.W.; LAUER, J. Corn Growth and Development, **Special Report**, Extensão da Universidade Estadual de Iowa, v.1009, 2011.

CARVALHO, Hudson de Paula. DOURADO NETO, Durval. TEODORO, Reges Eduardo Franco. MELO, Benjamim de. Balanço hídrico climatológico, armazenamento efetivo da água no solo e transpiração na cultura de café. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 221-229, Mar./Apr. 2011.

CRUZ, M.A.S.; AMORIM, J.R.A.; NOGUEIRA JR, L.R.; GALINA, M.H. Estimativa da precipitação anual média e avaliação de sua influência na produção de milho no polo produtivo de Sergipe. Anais do Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto – GEONORDESTE, Aracaju, nov. 2014.

CUENCA, M. A. G.; NAZÁRIO, C. C. **A cultura do milho: aspectos conjunturais e sua evolução no Estado de Sergipe entre 1990 e 2001.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003, 18p. Documentos 53. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br>

COSTA, J. A. O fenômeno El Niño e as secas no nordeste do Brasil. **Educação, Tecnologia e Cultura - E.T.C.**, [S.l.], n. 12, jun. 2016. Disponível em: <https://publicacoes.ifba.edu.br/index.php/etc/article/view/55>. Acesso em: 25 jan. 2019.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

FARIAS, J.R.; ANDOW, D.A.; HORIKSOSHI, R.J.; SORGATTO, R.J.; FRESIA, P.; SANTOS, A.C.; OMOTO, C. Field-evolved resistance to Cry1F maize by *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Crop Protection**, v.64, p.150-158, 2014. DOI: 10.1016/j.cropro.2014.06.019.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, p. 15-28, Dez. 2005.

FERREIRA, Daniel Furtado. **Estatística multivariada**. 1. ed. Lavras: Ed. UFLA, 2008.

GOODMAN, L.A. Snowball Sampling. In: Annals of Mathematical Statistics. **Project Euclid**, Durham, v.32, n.1, p.148-170, 1961. Disponível em:  
<https://projecteuclid.org/euclid.aoms/1177705148> Acesso em: 12 fev. 2017

GUERRA, A.J.T. BOTELHO, R.G.M. Erosão dos solos. In.: CUNHA, S.B. GUERRA, A.J.T. (Orgs.) Geomorfologia do Brasil. 4.ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**- Resultados preliminares. Disponível em:  
[https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/index.html](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html) Acesso em: 06 dez. 2018.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. Glossário. Disponível em:  
<https://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml#39> Acesso em: 03 jan. 2019.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. El Niño e La Niña. Disponível em: [enos.cptec.inpe.br/](https://www.cptec.inpe.br/enos)  
 Acesso em: 15 jan. 2019.

JUNIOR, A.G.E.; OSAKI, M. Avaliação do efeito da ferrugem asiática no custo operacional efetivo da soja no estado do Mato Grosso, 2005. Disponível em:<  
<http://www.sober.org.br/palestra/2/517.pdf>>. Acesso em: 10 de Nov. 2018.

LIMA, F.B.; SANTOS, G.O. **Balanço hídrico espacial da cultura para o uso e ocupação atual da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Noroeste do Estado de São Paulo**. Monografia (Especialização) - Fundação Educacional de Fernandópolis, Fernandópolis, 2009

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F.O.M. **Ecofisiologia**. 3.ed. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, nov. 2007. ISSN 1679-012. Disponível em:  
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27330/1/Ecofisiologia.pdf>  
 Acesso em: 04 fev. 2019.

MARENGO, J.A.; ALVES, L.M.; BESERRA, E.A.; LACERDA, F.F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In.: Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2011, p.383-422.

MARENGO, J.A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, DF, n.27, p.149-176 dez. 2008. Disponível em:  
[seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/viewFile/329/323](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/329/323) Acesso em: 04 jan. 2019.

MARIN, F. R. **Clima e ambiente**: introdução à climatologia para ciências ambientais. Campinas, SP: Embrapa Informática Agropecuária, 2008.

MARTINS, M. A. 2017. **Estimativa da produtividade da cultura do milho no semiárido brasileiro, com base no modelo Aquacrop e previsão climática sazonal**. Tese (Doutorado em Ciência do Sistema Terrestre) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2017.

MENEZES, A. V. C. **Estado e organização do espaço semi-árido sergipano**. São Cristóvão: NPGeo, UFS, 1999.

MOURA I.F. **Assentamentos rurais: agregação de valor e comercialização – o caso do Assentamento Santa Maria (Paranacity – PR)**. 2006. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Campinas, São Paulo, 2006.

OLIVEIRA, A. R. **A desertificação no Alto Sertão de Sergipe no contexto geográfico**. 2017. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.

OLIVEIRA, M. J. S. **Avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas de milho em Simão Dias – SE**. 2016. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016.

OLIVEIRA, M. F. R.; De alimento a *commodities*: a produção de milho no município de Pinhão e suas contradições. 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014.

OLIVEIRA, O. S. **Relações entre tecnologia e sustentabilidade da produção de milho em Sergipe a partir de indicadores Biológicos de qualidade do solo**. 2011. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2011.

PINATTI, Eder. Efeitos das cotações do dólar comercial e do índice pluviométrico sobre os preços do boi gordo no estado de São Paulo, no período após plano real. Revista de Economia Agrícola, São Paulo, v. 55, n. 1, p. 77-88, jan./jun. 2008.

PRATA, D. A. T. **Determinantes da expansão da produção de milho em Sergipe**. 2013. Dissertação (Mestrado Profissional em Desenvolvimento Regional e Gestão de Empreendimentos Locais) Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2013.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C. Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite & Mather (1955). Piracicaba: USP/ESALQ – Departamento de Ciências Exatas: Área de Física e Meteorologia, 1999.

SANTOS, C. **Níveis tecnológicos dos agroecossistemas do milho no estado de Sergipe**. 2012. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2012.

SILVA, G. N. **O cultivo intensivo do milho**: consequências nos aspectos ambientais e técnicos na região centro-oeste de Sergipe. 2014. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014.

SILVA, A. A. G.; BATISTA, R. M.; BARROS, A. H.C.; FACCIOLI, G. G.; SOUSA, I.F. **Zoneamento agrícola de risco climático para grãos no Estado de Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros costeiros, 2013 Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123033/1/Zoneamento-agricola-www.cpatc.embrapa.br-index.pdf> Acesso em: 07 dez. 2016

SILVA, A.P.N.; MOURA, G. B A.; GIONGO, P. R.; MEDEIROS, S. R.R. Correlação entre as temperaturas da superfície do mar e a quantidade da precipitação na estação chuvosa no nordeste do estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.26, n.1, p.149 - 156, 2011. Disponível em: [www.scielo.br/pdf/rbmet/v26n1/a13v26n1.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v26n1/a13v26n1.pdf) Acesso em: 31 jan. 2019.

SILVA, A. B.; ACCIOLY, L. J. O.; BARROS, H. C.; SOUSA, A. R.; TABOSA, J.N. Potencial dos solos do município de Simão Dias (SE) para a cultura do milho (*Zea mays* L.) no manejo com alta tecnologia. Reunião Nordestina de Ciência do Solo, Ilhéus, UESC, 2014.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104 p., 1955.

UVO, C. R. B.; NOBRE, C. A. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a Precipitação no Norte do Nordeste do Brasil. Parte I: A Posição da ZCIT no Atlântico Equatorial. **Climanálise**, v. 4, n. 7, p.34-40, 1989.

## CONCLUSÃO GERAL

O cenário agrícola da região Agreste de Sergipe mostra que o agroecossistema do milho é controlado por diferentes fatores, que comprometem sua sustentabilidade em termos sociais, econômicos e ambientais. A sustentabilidade social dos assentamentos produtores de milho está fortemente relacionada a organização social e a identidade do assentado como agricultor.

As dificuldades de plantio estiveram associadas ao custo da produção de milho em *commodities* e em sistema de sequeiro, com isso, a importância de programas de financiamento da produção e seguro agrícola que possibilitem garantias de redução aos riscos da produção em relação as intempéries climáticas próprias da região. Os agricultores se mostraram particularmente retraídos quando da falta de seguro agrícola para investir no plantio do milho. Outro fator importante está na necessidade de contínuos investimentos financeiros para capital de giro e adoção de tecnologias. Destarte, o nível de sustentabilidade econômica apresentado pelo método IDEA entre as propriedades que não são dependentes apenas do cultivo do milho para composição da renda familiar foi melhor quando comparadas aos que plantam apenas o milho, em função da diversificação de cultivos e pecuária que atribuem ao agricultor maior independência.

Os principais fatores que afetam a sustentabilidade ambiental dos assentamentos rurais produtores de milho no município de Simão Dias- SE foi a presença da monocultura intensiva associada a ausência de ações conservacionistas, evidenciada pela presença de erosão nas áreas agrícola, pela baixa presença de áreas compartilhadas com outras culturas ou áreas de vegetação nativa. Tais ações poderiam amenizar os impactos ambientais da monocultura e diminuir os riscos de perda de nutrientes no solo.

Conclui-se que a sustentabilidade dos agroecossistemas do milho nos Assentamentos Rurais Oito de Outubro e 27 de Outubro, do ponto de vista sistêmico, foi comprometida em termos Agroecológicos, Sócio territorial e Econômico. Com isso, recomenda-se ações de extensão que priorizem o processo de formação no campo para o agricultor, com investimento em práticas conservacionistas associadas ao sistema de cultivo do milho.

# Apêndices



## APÊNDICE A- QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

### UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE - PRODEMA

#### Questionário para pesquisa de campo

Identificação: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

**1) Qual a época do plantio e da colheita do milho?**

Plantio: \_\_\_\_\_

Colheita: \_\_\_\_\_

**2) Participa de cooperativa ou Associação na comunidade?**

( ) Sim ( ) Não

**3) Possui criação de animais?**

( ) Bovino ( ) Ovino

( ) Caprino ( ) Suíno

( ) Peixe ( ) Aves

**4) Já plantou outra cultura, além do milho, ou pastagem nos últimos 10 anos? Quais?**

\_\_\_\_\_

**5) Quais culturas são plantadas além do milho?**

( ) Feijão – Período \_\_\_\_\_

( ) Abóbora – Período \_\_\_\_\_

( ) Outras \_\_\_\_\_

Período \_\_\_\_\_

**6) Observou indícios de erosão em seu terreno em função do plantio da cultura do milho?**

( ) Sim ( ) Não

Qual extensão? \_\_\_\_\_

**7) Faz parceria com outros produtores para plantio da cultura do milho?**

( ) Sim ( ) Não

Quantos produtores? \_\_\_\_\_

Há quanto tempo? \_\_\_\_\_

**8) Como é feito o plantio?**

( ) Manual

( ) Semi-mecanizado

( ) Mecanizado ( ) próprio ( ) alugado

**9) Ao longo dos anos o senhor identificou algum tipo de desvantagem no plantio do milho?**

( ) Sim /Quais?

( ) Não

**10) Faz consórcio entre cultura?**

( ) Sim ( ) Não

Quais \_\_\_\_\_

**11) Faz rotação ou sucessão de culturas?**

( ) Sim ( ) Não

Quais \_\_\_\_\_

**12) Utiliza plantas de cobertura do solo antes do plantio do milho?**

( ) Sim ( ) Não

Como é feito o seu manejo?

\_\_\_\_\_

**13) Utiliza cordões vegetais?**

( ) Sim ( ) Não

**14) Quais os tipos de semente utilizadas no plantio?**

( ) Variedades crioulas: Qual \_\_\_\_\_

( ) Híbrido Convencional: Qual \_\_\_\_\_

( ) Transgênica: Qual \_\_\_\_\_

**15) Utiliza tratamento de sementes?**

( ) Sim ( ) Não

**16) Qual a topografia do terreno na propriedade?**

( ) Plana

( ) Ondulada

( ) Acidentada

**17)** Com qual frequência é realizada análise de solo na propriedade?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**18)** Como é feito o preparo do solo?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**19)** Adubação do solo para a produção:

( ) Adubação química – Qual \_\_\_\_\_

Qtd. /ha. \_\_\_\_\_

( ) Adubação orgânica – Qual \_\_\_\_\_

Qtd. /há. \_\_\_\_\_

( ) Adubação verde – Qual \_\_\_\_\_

Qtd. /ha. \_\_\_\_\_

( ) Misto - Qual \_\_\_\_\_

Qtd. /ha. \_\_\_\_\_

( ) outros \_\_\_\_\_

**20)** Faz correção do solo?

( ) Sim / Qual \_\_\_\_\_

( ) Não

( ) Outros \_\_\_\_\_

**21)** Como são controladas as pragas, as doenças e as plantas indesejáveis na propriedade?

( ) Inseticidas – Tipo \_\_\_\_\_

Quantidade por ha. \_\_\_\_\_

( ) Fungicidas - Tipo \_\_\_\_\_

Quantidade por ha. \_\_\_\_\_

( ) Herbicidas - Tipo \_\_\_\_\_

Quantidade por ha. \_\_\_\_\_

( ) Outros \_\_\_\_\_

Quantidade por ha. \_\_\_\_\_

**22)** Qual o método de aplicação dos defensivos agrícolas?

( ) Irrigação via pivô central

( ) Pulverizador automotivo

( ) Bomba Manual

( ) Outros \_\_\_\_\_

**23)** Onde são adquiridos os insumos utilizados no plantio do milho?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**24)** Possui fonte de renda não agrícola?

( ) Sim ( ) Não

Qual \_\_\_\_\_

**25)** Utiliza crédito financeiro para plantio do milho? ( ) Sim ( ) Não

Qual banco? \_\_\_\_\_

Por que? \_\_\_\_\_

**26)** Participa de programas sociais?

( ) Bolsa família

( ) Programa distribuição de sementes

( ) Seguro safra

\_\_\_\_\_

**27)** Como é feita a comercialização dos produtos?

( ) Atravessador

( ) Direta ao consumidor

( ) Contrato com indústria

( ) Outros \_\_\_\_\_

**28)** Quantos hectares são utilizados no plantio do milho em sua propriedade? Quanto de áreas arrendadas?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**29)** Quantas sacas de milho por hectare?

\_\_\_\_\_

**30)** Preço de venda no ano da saca de milho? \_\_\_\_\_

**31)** Qual o custo por hectare de:

Semente \_\_\_\_\_

Adubo \_\_\_\_\_

Agrotóxico \_\_\_\_\_

Aluguel de trator \_\_\_\_\_

Aluguel da Plantadora \_\_\_\_\_

Aluguel da colheitadeira \_\_\_\_\_

Combustível \_\_\_\_\_

Mão de obra \_\_\_\_\_

**32)** Tipo de mão de obra contratada para plantio e para colheita?

( ) Manual

( ) Especializada

( ) Tecnificada

**33)** Onde são armazenados os grãos?

( ) Galpão

( ) Silos Bag

( ) Venda total

( ) Venda parcial

( ) Não possui local para armazenamento

34) Autoestimativa: de -1 a 2 por item abaixo:

- Estado de conservação das construções antigas:

( ) ruim ( ) regular ( ) bom ( ) ótimo

- Qualidade da arquitetura das construções recentes:

( ) ruim ( ) regular ( ) bom ( ) ótimo

- Integração paisagística: (cercas vivas, árvores, fruteiras, etc.):

( ) ruim ( ) regular ( ) bom ( ) ótimo

35) Autoavaliação do agricultor quanto a sensação de prazer e satisfação no trabalho agrícola (escala de 0 a 4).

---

36) Número de semanas por ano que o agricultor se sente sobrecarregado?

---

37) Como o agricultor autoavalia sua qualidade de vida? (escala de 0 a 7 sendo que: 0 (muito ruim) a 7 (muito bom))

---

38) Autoavaliação do agricultor quanto ao sentimento de isolamento geográfico, social, cultural em escala de 0 a 4 sendo que 0 = Isolamento total e 4 = Não isolamento?

---

39) Autoavaliação do agricultor quanto a sua capacidade de produzir sem auxílio de capital externo ou financiamento, em escala de 0 a 5?

---

## APÊNDICE B – CÁLCULO E PONTUAÇÕES DA METODOLOGIA IDEA

ESCALA DE SUSTENTABILIDADE AGROECOLÓGICA					
Compo nentes	Indicador		Modo de cálculo	Valor máximo	
<b>Diversidade</b>	A1	Diversidade de culturas anuais e temporárias	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Por espécie cultivada: 2</li> <li>•Se mais de 6 variedades: 2</li> <li>•Presença de leguminosas em rotação com a cultura comercial: 1</li> </ul>	14	33
	A2	Diversidade de culturas perenes	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pastagem permanente ou temporária de mais de 5 anos:               <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; 10% da SAU: 3</li> <li>&gt; 10% da SAU: 6</li> </ul> </li> <li>•Silvicultura e outras culturas perenes por espécie: 3</li> <li>•Se &gt; 5 variedades: 2</li> <li>Agroflorestas: sistemas agrosilvipastoril ou agrosilvicultural:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- entre 5 e 10% do SAU: 1</li> <li>- entre 10 e 20% do SAU: 2</li> <li>- mais de 20% do SAU: 3</li> </ul> </li> </ul> <i>SAU: Superfície Agrícola Utilizada</i>	14	
	A3	Diversidade animal	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Por espécie presente: 5</li> <li>•Por raça adicional: 2</li> </ul>	14	
	A4	Raças Regionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Por raça regional (em seu local de origem): 3</li> <li>•Por espécie, raça, variedade rara ou ameaçada: 2</li> </ul>	6	
<b>Organização do Espaço</b>	A5	Cultivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área da cultura principal anual / SAU,               <ul style="list-style-type: none"> <li>Se,</li> <li>&lt; 20%: 8</li> <li>&lt; 25%: 7</li> <li>&lt; 30%: 6</li> <li>&lt; 35%: 5</li> <li>&lt; 40%: 4</li> <li>&lt; 45%: 3</li> <li>&lt; 50%: 2</li> <li>&gt; 50%: 0</li> </ul> </li> <li>•Presença significativa (&gt;10 %) de uma cultura em consórcio ou cultivada sobre plantas de cobertura: 2</li> <li>•Presença significativa de monocultura por 3 anos (exceto pastagem ou espécie florestal por mais de 2 ciclos consecutivos): -3</li> </ul>	8	33
	A6	Dimensão das parcelas	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Nenhuma «unidade espacial da mesma da cultura » com dimensão superior a:               <ul style="list-style-type: none"> <li>3 ha: 6                      12 ha: 3</li> <li>6 ha: 5                      15 ha: 2</li> <li>9 ha: 4                      17 ha: 1</li> </ul> </li> <li>Acima de 17 ha: 0</li> <li>•Se apenas pastagens naturais, e/ou pastagens de morros e montanhas: 6</li> <li>Superfície média ≤ 8 ha: 2</li> </ul>	6	
	A7	Gestão de materiais orgânicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Uso de compostagem/ esterco em:               <ul style="list-style-type: none"> <li>10% da SAU: 2</li> <li>mais de 20% da SAU: 3</li> </ul> </li> <li>•50% das entradas de fertilização são de compostagem: 2</li> </ul>	5	
	A8	Área de reserva ecológica	<ul style="list-style-type: none"> <li>•% da área de vegetação nativa mata/ capoeira em relação a SAU (limitado a 7%): 1</li> <li>•Nascentes, zona úmida: 2</li> <li>•Cordões de contornos vegetais: 2</li> <li>•Reflorestamento: 2</li> <li>•Percurso não mecanizado, ou presença de vegetação natural em áreas elevadas (inclinação &lt; 45° não contempladas em Lei,) ou depressões/grotas: 2</li> </ul>	12	

Práticas agrícolas	A9	Contribuição legal para as questões ambientais do território	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumprimento das especificações relativas à Área de Proteção Permanente: 2</li> <li>• Reserva Legal: 2</li> </ul>	4	
	A10	Avaliação do espaço destinado aos animais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidade de carga entre 0,2 e 0,5 UA.ha<sup>-1</sup>: 2</li> <li>entre 0,5 e 1,4 UA.ha<sup>-1</sup>: 5</li> <li>entre 1,4 e 1,8 UA.ha<sup>-1</sup>: 3</li> <li>entre 1,8 e 2,0 UA.ha<sup>-1</sup>: 1</li> <li>mais de 2,0 UA.ha<sup>-1</sup>: 0</li> </ul>	5	
	A11	Gestão de superfícies forrageiras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sem forragem: 0</li> <li>• Pastagem rotacionada: 1</li> <li>• Corte alternado + pastagem: 1</li> <li>• Pastagem Permanente &gt;30% da SAU: 2</li> <li>• Área com milho para silagem: &lt; 20% da SDA: 1</li> <li>entre 20 e 40% da SDA: 0</li> <li>&gt; 40% da SDA: -1</li> <li>• SDA nulo: 0</li> </ul> <p><i>SDA = Superfícies destinadas aos animais</i></p>	3	
	A12	Adubação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema auto-suficiente em contexto de uma boa fertilidade: 8</li> <li>• Fertilização orgânica: 6</li> <li>• Fertilização orgânica e química: 4</li> <li>• Fertilização química adequada: 2</li> <li>• Se nenhuma fertilização quando se precisa ou fertilização química inadequada (sem recomendação técnica) : -2</li> <li>• Uso de plantas de cobertura e/ou fixadoras de N: +1</li> </ul>	8	34
	A13	Tratamento de efluentes orgânicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausência de efluentes orgânicos líquidos: 3</li> <li>• Tratamento por Lagoa ou compostagem: 2</li> <li>• Sem tratamento sobre efluentes líquidos: 0</li> <li>• Utilização em esterco: 2</li> <li>• Utilização em composto: 2</li> </ul>	/3	
	A14	Agrotóxico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sem tratamento/ não aplica: 13</li> <li>• Pressão de poluição (PP)= peso do PPA x N° aplicações x Relação de dose</li> <li>PP = 1: 12                      PP &gt; 4 ≤ 6: 4</li> <li>PP &gt; 1 ≤ 2: 10                PP &gt; 6 ≤ 8: 2</li> <li>PP &gt; 2 ≤ 3: 8                 PP &gt; 8 ≤ 10: 0</li> <li>PP &gt; 3 ≤ 4: 6                 PP &gt; 10: - 0,5</li> <li>• Utilização de produto toxicológico classe I: -4</li> <li>• Utilização de produto toxicológico classe II: -3</li> <li>• Utilização de produto toxicológico classe III: -2</li> <li>• Controle Biológico: 2</li> <li>• Faixa vegetada ao longo dos cursos d'água: 2</li> </ul> <p><i>O uso de dois ou mais herbicidas, inseticidas, fungicidas somam-se as notas para cálculo da PP.</i></p>	/13	
	A15	Tratamento veterinário	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamento sanitário adequado acompanhado por profissional capacitado: 2</li> <li>• Tratamento existente, mas insuficiente: 1</li> <li>• Sem tratamento sanitário, quando se precisa, ou tratamento inadequado (sem acompanhamento de profissional capacitado): -1</li> <li>• Uso de medicina natural ou alternativa: 1</li> </ul>	/3	
	A16	Proteção dos solos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de práticas conservacionistas de solo (edáficas, vegetativas e/ou mecânicas) em: 30 a 50% da área cultivada: 1</li> <li>50 a 80% da área cultivada: 2</li> </ul>	/5	

			<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 80% da área cultivada: 3</li> <li>Solo Nu &lt; 30% da SAU: 2</li> <li>Queima da palha: -3</li> </ul>		
	A17	Irrigação	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sem irrigação ou irrigação por gotejamento: 4</li> <li>Irrigação &lt; 1/3 da SAU: 1</li> <li>Reservatório: 1</li> <li>Rotação das parcelas irrigadas: 1</li> </ul>	/4	
	A18	Dependência energética	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maior dependência de óleo combustível: 0</li> <li>Secagem solar, celeiro, ar livre: 1</li> <li>Energias eólicas; biogás; Pannel solar: 2</li> <li>Óleo vegetal puro: 2</li> <li>Tração animal e mão de obra: 3</li> <li>Dependência baixa ou inexistente de óleo combustível: 10</li> </ul>	/10	
ESCALA DE SUSTENTABILIDADE SÓCIO-TERRITORIAL					
Compon entes	Indicador		Modo de cálculo	Valores máximos:	
Qualidade dos produtos e do território	B1	Qualidade dos alimentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Agricultura orgânica: 7</li> <li>Certificados especiais: 3</li> <li>Rastreabilidade: 3</li> </ul>	/10	33
	B2	Valorização do Patrimônio construído e da paisagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>Auto-estimativa: de -1 a 2 por item abaixo:</li> <li>Estado de conservação das construções antigas</li> <li>Qualidade da arquitetura das construções recentes;</li> <li>Integração paisagística (cercas vivas, árvores isoladas, fruteiras, etc.)</li> <li>Qualidade dos arredores da sede</li> <li>Paisagismo das superfícies da fazenda: 2</li> </ul>	/8	
	B3	Gestão de resíduos não orgânico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reutilização local dos resíduos: 3</li> <li>Seleção e coleta seletiva: 2</li> <li>Coleta comum: 1</li> <li>Queima ou enterro: -3</li> </ul>	/5	
	B4	Acessibilidade do espaço	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estradas de acesso a propriedade rural com:</li> <li>Boa acessibilidade: 3</li> <li>Ruim acessibilidade: 0</li> <li>Circulação de veículos, cavalos, pedestres nos caminhos da propriedade: 2</li> </ul>	/5	
	B5	Envolvimento social	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participação em associações não profissionais (limitado a 3 estruturas): 2</li> <li>Membro diretor de uma associação: 2</li> <li>Abertura da fazenda para venda direta ou degustação: 2</li> <li>Residência fora da propriedade/zona rural: -1</li> </ul>	/6	
Emprego e Serviços	B6	Mecanismo de venda	<ul style="list-style-type: none"> <li>Venda direta em feiras-livres ou em mercado local: 3</li> <li>Venda direta a indústria ou no máximo a um intermediário: 2</li> <li>Transformação do produto (mesmo parcial) no local: 2</li> <li>Venda por cooperativa ou associação: 2</li> </ul>	/7	33
	B7	Autonomia e valorização de recursos locais	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Alimentos</b></li> <li>Autonomia ou quase autonomia forrageira: 5</li> <li>Mais de 50% da aquisição de alimentos para animais (em quantidade ou valor) vêm da propriedade local: 2</li> <li>Menos de 50% da aquisição de alimentos para animais provêm da propriedade: 0</li> <li><b>Fertilizantes orgânicos</b></li> <li>Menos de 20% da fonte orgânica (palha, estrume ou equivalente) são produzidos na propriedade: -1</li> <li>Mais de 20% da fonte orgânica (palha, estrume ou equivalente) são produzidos na propriedade: 1</li> <li><b>Animais</b> (excluindo criadores)</li> </ul>	/10	

Ética e Desenvolvimento Humano			Compras de animais produzidos no território local: 1 <b>• Energia</b> Uso de energia de origem agrícola ou florestal produzida no território: 2 <b>• Água</b> Reaproveitamento da água da chuva: 1 Mais de um sistema de Reaproveitamento: +1 <b>• Autonomia das sementes</b> Autoprodução das sementes: 2		34
	B8	Serviços de mercado e pluriatividades	• Serviço ou comercialização local: 3 • Agroturismo: 2 • Fazenda pedagógica: 2 • Atividade não rural: 1	/5	
	B9	Contribuição à geração de emprego	• Criação de emprego nos últimos 5 anos: 4 • Criação de emprego conjunto (grupo de empregadores): 2 • Mais de 50% dos trabalhadores sazonais vivem no território: 2	/6	
	B10	Trabalho coletivo	• Uso comunitário de máquinas, equipamentos e serviços: 2 • Parcerias de trabalho, ajuda mútua: 2 • Grupo de empregadores: 2 • Trabalho em Rede: 3	/5	
	B11	Perenidade prevista	• Existência quase certa de exploração em dez anos: 3 • Existência provável: 2 • Existência desejada, se possível: 1 • Provável desaparecimento da exploração em dez anos: 0 <i>Observar situações abaixo:</i> <i>Agricultor Jovem em fase de instalação: 3</i> <i>Agricultor Jovem em fase de instalação, mas em situação econômica crítica: 1</i> <i>Agricultor com idade de 65 anos, com sucessão assegurada: 3</i> <i>Agricultor com idade de 65 anos, sem sucessor: 0</i>	/3	
	B12	Contribuição ao equilíbrio alimentar mundial	Não será utilizado neste estudo		34
	B13	Bem-estar animal	• Capacidade de acesso a água potável: 1 • Conforto no campo (sombras): 1 • Rebanho em boa condição física: 1 • Pleno-ar ou semi confinado: 1 • Confinamento total: - 1 • Ausência de produção animal: 0	/4	
	B14	Formação	• Participação anual em cursos de formação: 4 • Oportunidade remunerada à estagiários: 2 • Recepção de grupos de profissionais e/ou estudantes: 2	/6	
	B15	Intensidade de trabalho	• Autoavaliação do agricultor quanto a sensação de prazer e satisfação no trabalho agrícola (escala de 0 a 4). • Número de semanas por ano que o agricultor se sente sobrecarregado: > 8 semanas: 0 De 4 a 8 semanas: 1 De 1 a 3 semanas: 2 Zero semana: 3	/7	
	B16	Qualidade de vida	• Como o agricultor autoavalia sua qualidade de vida? 0 muito ruim      5 e 6 Bom 1 e 2 Ruim      7 muito bom 3 e 4 Regular	/7	
	B17	Isolamento	• Autoavaliação do agricultor quanto ao sentimento de isolamento geográfico, social, cultural ... em escala de 0 a 4. (0 Isolamento total e 4 Não isolamento)	/4	

	B18	Recepção, higiene e segurança	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilização de equipamento de proteção individual: 2</li> <li>• Armazenamento de pesticidas em local e condições adequadas: 2</li> <li>• Disposição final das embalagens em local adequado: 2</li> </ul>	/6	
--	-----	-------------------------------	--	----	--

Continua...

ESCALA DE SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA					
Compon entes	Indicadores		Modo de cálculo	Valores máximos	
Viabilidade	C1	Viabilidade econômica da propriedade (VE) em (R\$)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>VE = RB - COT</math> e <math>COT = COE - Depreciação</math> <i>Renda bruta (RB); Custo operacional total (COT); Custo operacional efetivo (COE).</i></li> <li><math>VE_m &lt; 100</math>: 0</li> <li><math>VE_m</math> de 100 a 200: 2</li> <li><math>VE_m</math> de 201 a 400: 4</li> <li><math>VE_m</math> de 401 a 600: 6</li> <li><math>VE_m</math> de 601 a 800: 8</li> <li><math>VE_m</math> de 801 a 1.000: 10</li> <li><math>VE_m</math> de 1.001 a 2.000: 12</li> <li><math>VE_m</math> de 2.001 a 3.000: 14</li> <li><math>VE_m</math> de 3.001 a 5.000: 16</li> <li><math>VE_m</math> de 5.001 a 7.000: 18</li> <li><math>VE_m &gt; 7.001</math>: 20</li> </ul>	/20	30
	C2	Taxa de especialização econômica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O produto mais importante é responsável por: 25% da Renda bruta familiar: 8 De 25 a 50% da Renda bruta familiar: 4 De 50 a 80% da Renda bruta familiar: 2 &gt;80% da Renda bruta familiar: 0</li> <li>• O principal cliente adquire: Menos de 25% do volume de negócios: 4 25 a 50% do volume de negócios: 2 Mais de 50% do volume de negócios: 0</li> </ul>	/10	
Independência	C3	Autonomia financeira	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>DF = FB/RB</math>, <i>Dependência financeira (DF); Financiamento bancário (FB).</i></li> <li>Inferior a 20%: 15</li> <li>Entre 20 e 25%: 12</li> <li>Entre 25 e 30%: 9</li> <li>Entre 30 e 35%: 6</li> <li>Entre 35 e 40%: 3</li> <li>Superior a 40%: 0</li> </ul>	/15	25
	C4	Capacidade de investimento rendas externas e subsídios do Governo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renda não agrícola (pluriatividade, aposentadoria, ...): 5</li> <li>• Participação em programas sociais do Governo: 2</li> <li>• Autoavaliação do agricultor quanto a sua capacidade de produzir sem auxílio de capital externo ou financiamento, em escala de 0 a 5.</li> </ul>	/10	
Eficiência	C6	Eficiência do processo produtivo (EPP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>EPP = (Produto - Custo) / Produto</math></li> <li>Inferior a 10%: 0</li> <li>Entre 10 e 20%: 3</li> <li>Entre 20 e 30%: 6</li> <li>Entre 30 e 40%: 9</li> <li>Entre 40 e 50%: 12</li> <li>Entre 50 e 60%: 15</li> <li>Entre 60 e 70%: 18</li> <li>Entre 70 e 80%: 21</li> <li>Entre 80 e 90%: 24</li> <li>Superior a 90%: 25</li> </ul>	/25	25

Fonte: Vilain et al. 2008



## APÊNDICE C – QUADRO RESUMO DOS INDICADORES IDEA

Resultado dos indicadores de sustentabilidade para propriedade agrícola Méthode IDEA Version 3							
Propriedade de:		Exemplo Propriedade 1		Idade:		Oito de Outubro	
Escala	Componente	Indicadores			Escore Obtido	Escore consid.	Máx.
Escala de Sustentabilidade Agroecológica	Diversidade	Diversidade de culturas anuais e temporárias		A1	2	2	14
		Diversidade de culturas perenes		A2	0	0	14
		Diversidade animal		A3	0	0	14
		Raças Regionais		A4	0	0	6
		Diversidade		Subtotal:		2	33
	Organização do Espaço	Cultivos		A5	-3	0	8
		Dimensão das parcelas		A6	1	1	6
		Gestão de materiais orgânicos		A7	0	0	5
		Área de reserva ecológica		A8	7	7	12
		Contribuição legal para questões ambientais do território		A9	2	2	4
		Avaliação do espaço destinado aos animais		A10	0	0	5
		Gestão de superfícies forrageiras		A11	0	0	3
		Organização do Espaço		Subtotal:		10	33
		Práticas agrícolas	Adubação		A12	2	2
	Tratamento de efluentes orgânicos		A13	3	3	3	
	Agrotóxico		A14	2	2	13	
	Tratamento veterinário		A15	0	0	3	
	Proteção dos solos		A16	0	0	5	
	Irrigação		A17	4	4	4	
	Dependência energética		A18	1	1	10	
	Práticas agrícolas		Subtotal:		12	34	
	Escala Agroecológica			Total:		24	100
Escala de Sustentabilidade Sócio Territorial	Qualidade dos produtos e do território	Qualidade dos alimentos		B1	0	0	10
		Valorização do Patrimônio construído e da paisagem		B2	8	8	8
		Gestão de resíduos não orgânico		B3	1	1	5
		Acessibilidade do espaço		B4	5	5	5
		Envolvimento social		B5	2	2	6
		Qualidade dos produtos e do território		Subtotal:		16	33
	Empregos e Serviços	Mecanismo de venda		B6	2	2	7
		Autonomia e valorização de recursos locais		B7	4	4	10
		Serviços de mercado e pluriatividade		B8	0	0	5
		Contribuição à geração de emprego		B9	2	2	6
		Trabalho coletivo		B10	2	2	5
		Perenidade prevista		B11	3	3	3
		Empregos e Serviços		Subtotal:		13	33
	Ética e	Bem-estar animal		B13	0	0	4

	<b>Desenvolvimento humano</b>	Formação	B14	2	2	6
		Intensidade de trabalho	B15	7	7	7
		Qualidade de vida	B16	7	7	7
		Isolamento	B17	4	4	4
		Recepção, higiene e segurança	B18	4	4	6
		<i>Ética e Desenvolvimento humano</i>	<i>Subtotal:</i>		<b>24</b>	<b>34</b>
	<b>Escala Socio-territorial</b>		<b>Total:</b>		<b>53</b>	<b>100</b>
<b>Escala de Sustentabilidade Econômica</b>	<b>Viabilidade</b>	Viabilidade econômica mensal (R\$)	C1	14	14	20
		Taxa de especialização	C2	2	2	10
		<i>Viabilidade</i>	<i>Subtotal:</i>		<b>16</b>	<b>30</b>
	<b>Independência</b>	Autonomia financeira econômica	C3	0	0	15
		Contribuição de rendas externas	C4	10	10	10
		<i>Independência</i>	<i>Subtotal:</i>		<b>10</b>	<b>25</b>
	<b>Eficiência</b>	Eficiência do processo produtivo	C6	15	15	25
		<i>Eficiência</i>	<i>Subtotal:</i>		<b>15</b>	<b>25</b>
	<b>Escala Econômica</b>		<b>Total:</b>		<b>51,25</b>	<b>100</b>

## APÊNDICE D – TABELAS DE COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DA PCA

Tabela de componentes principais (Oito de Outubro)				
Eixo	Componente	Componente	Componente	Componente
	1	2	3	4
A1	0,157553	-0,06837	-0,48677	0,480251
A2	-0,30082	-0,41779	4,25E-05	0,002379
A3	-0,42137	0,185865	0,000686	0,166273
A4	-0,24354	0,21358	-0,30918	0,0965
A6	-0,11397	-0,55684	0,003203	0,300762
A8	0,150209	-0,31621	0,482335	0,175315
A10	-0,3855	-0,30606	0,071217	0,051622
A11	-0,42592	-0,16975	-0,11065	-0,17633
A13	0,225963	-0,34223	-0,24477	-0,37701
A14	0,053627	-0,19154	-0,59036	-0,20569
A15	-0,44282	0,232942	-0,02969	0,098402
A16	0,17953	-0,00041	-0,09047	0,619125

Tabela de componentes principais (Oito de Outubro)						
Eixo	Componente	Componente	Componente	Componente	Componente	Componente
	1	2	3	4	5	6
B2	0,300321	-0,2377	0,114395	-0,26839	-0,42649	0,384186
B5	0,252365	0,238561	0,225044	-0,06659	0,435321	-0,1004
B6	0,075043	-0,20343	-0,40749	0,233204	0,390653	0,178155
B7	-0,07694	0,453585	0,134863	0,358458	-0,30019	0,207431
B8	0,537426	0,012535	-0,20848	0,056969	0,154865	-0,00829
B9	0,15773	-0,01074	0,525104	-0,19119	-0,1459	-0,18666
B10	-0,00509	-0,18057	-0,39956	0,298216	-0,48501	-0,01942
B11	0,367868	-0,30682	0,009769	0,208074	-0,01283	-0,42412
B13	-0,10428	0,048659	0,336652	0,626	0,108967	0,195
B14	0,391259	0,272163	-0,03956	0,150522	-0,2945	-0,33951
B15	-0,05779	-0,41369	0,312132	0,368791	0,02317	-0,2339
B16	0,218489	-0,40459	0,244927	0,022676	0,048418	0,485942
B18	0,412886	0,318082	-0,02784	0,132588	0,061018	0,329016

Tabela de componentes principais (Oito de Outubro)		
Eixo	Componente	Componente
	1	2
C1	0,61924	0,342152
C2	0,090723	-0,45828
C3	-0,33622	-0,60539
C4	0,498605	-0,2665
C6	0,49665	-0,48518

Tabela de componentes principais (27 de Outubro)					
Eixo	Componente	Componente	Componente	Componente	Componente
	1	2	3	4	5
A1	0,236836	-0,19041	0,488031	-0,14107	0,31383
A2	0,263405	-0,14429	-0,36201	0,277178	-0,28861
A3	0,376086	0,106849	-0,02908	-0,39589	-0,29225
A4	0,468246	-0,06408	0,016636	-0,11223	0,108648
A5	0,341038	0,240315	-0,18992	0,146818	-0,37086
A6	0,263393	0,325939	0,101476	0,301413	0,384818
A7	0,201712	0,044877	0,487063	-0,30131	-0,29626
A8	-0,19954	-0,40275	0,202027	0,217276	-0,01042
A10	0,309608	0,011538	-0,30877	-0,17477	0,561505
A11	0,24969	-0,3518	0,295341	0,259357	-0,15654
A13	0,244358	0,058328	0,155046	0,604968	0,016027
A14	-0,09095	0,502953	0,216801	0,016757	-0,08417
A15	0,146489	-0,46791	-0,22722	-0,13954	-0,01912

Tabela de componentes principais (27 de Outubro)				
Eixo	Componente	Componente	Componente	Componente
	1	2	3	4
B2	-0,32135	-0,23533	0,058734	-0,34004
B5	0,094615	0,085063	0,681001	-0,35105
B6	0,093056	-0,27552	-0,33142	-0,18525
B7	0,314513	-0,09455	0,515376	0,177991
B8	0,122906	-0,21234	0,044335	0,755519
B13	0,395197	-0,37103	-0,08063	-0,117
B14	-0,44548	0,082279	0,191069	0,324293
B15	-0,28733	-0,30524	0,320732	0,023424
B16	-0,24812	-0,49635	-0,04525	0,039661
B17	-0,16282	-0,51872	0,067109	-0,0547
B18	-0,48973	0,233251	-0,05427	0,018967

Tabela de componentes principais (27 de Outubro)		
Eixo	Componente	Componente
	1	2
C1	0,202384	0,642389
C2	-0,53819	0,232754
C3	-0,60742	-0,2751
C4	0,287712	0,345542
C6	-0,46653	0,581448

# APÊNDICE E - TABELA DE CUSTO DE PRODUÇÃO DO MILHO – 2017

Exemplo: Propriedade 29

Estimativa de custo da produção do Milho no Assentamento Oito de Outubro - Safra/ano 2017					
SAU plantio de milho em hectares:		16	Produtor:	Propriedade 29	
I- Custo Operacional Efetivo (COE)					
Descrição do Custo	Qtd.	Unid.	Custo/ha	Custo/ SAU	%
a) Despesas com Insumos					
Sementes					
Transgênica -177	20	kg/ha	500,00	8000,00	31,5%
Fertilizantes					
NPK 10 10 30	180	kg/ha	252,00	4032,00	15,9%
Ureia	210	kg/ha	231,00	3696,00	14,5%
MAP		kg/ha		0,00	0,0%
Herbicida					
Atrazina (Atrazine)	3	Lt/ha	39,00	624,00	2,5%
Roundap (Glifosato)	2,1	Lt/ha	31,50	504,00	2,0%
Sanson 49 SC (Nicosulfuron)		Lt/ha		0,00	0,0%
Custo total com Insumos-----			R\$ 1.053,50	R\$ 16.856,00	66,3%
b) Despesas com preparo do solo, Plantio e tratos culturais					
Diesel + lubrificante					
Aração grade rígida	2,72	Lt/ha	R\$ 9,70	155,15	0,6%
Aração grade flexível	3,63	Lt/ha	R\$ 12,94	207,06	0,8%
Grade Niveladora	4,08	Lt/ha	R\$ 14,55	232,72	0,9%
Plantio na linha	4,64	Lt/ha	R\$ 16,54	264,67	1,0%
Aplicação herbicida	0,90	Lt/ha	R\$ 3,21	51,34	0,2%
Aplicação Cobertura	0,90	Lt/ha	R\$ 3,21	51,34	0,2%
Contr. Serv. Terceiros					
Gradear - nivelar - plantar		R\$/ha		0,00	0,0%
Aplicação herbicida		R\$/ha		0,00	0,0%
Aplicação Cobertura		R\$/ha		0,00	0,0%
Mão de obra (MO) não familiar					
Operador/Ajudante		R\$/dia	R\$ 50,00	800,00	3,1%
Custo total com plantio -----			R\$ 60,14	R\$ 1.762,26	6,9%
c) Despesas com colheita					
Colhedora de milho (cust. Combust.)		Lt/ha	R\$ 0,00	0,00	0,0%
Contr. Serv. Terceiro		R\$/ha	R\$ 240,00	3840,00	15,1%
saco nylon		sacos/ha		0,00	0,0%
Mão de obra		R\$/dia			0,0%
Armazen. e transporte interno			R\$ 0,00		0,0%
Custo total com colheita-----			R\$ 240,00	R\$ 3.840,00	15,1%
d) Despesas financeiras					
Juros do financiamento			R\$21,70	347,17	1,4%
Proagro			R\$50,89	814,28	3,2%
e) Outras despesas					
Seguro de máquinas e implementos			R\$81,25	1300,00	5,1%
Consertos e manutenções			R\$18,75	300,00	1,2%
Custo total com despesas financeiras e outras despesas ----			172,59	2761,45	10,9%
Custo operacional efetivo COE = (a+b+c+d)			R\$1.526,23	R\$ 25.219,71	
f) Depreciação			R\$12,50	R\$ 200,00	0,8%
II - Custo operacional total (COT) = COE + f			R\$ 1.538,73	R\$ 25.419,71	100%

## APÊNDICE F – CÁLCULO DOS INDICADORES DA ESCALA ECONÔMICA

### C1 - Viabilidade Econômica Mensal

$$VE_{\text{milho}} = RB - COT$$

$$VE_{\text{milho}} = 49.280,00 - 25.419,71$$

$$VE_{\text{milho}} = 23.860,29 \text{ (12 meses)}$$

$$VE_{\text{milho}} = 1.988,36$$

$$VE_{\text{pecuária}} = RB - COT$$

$$VE_{\text{pecuária}} = R\$ 8.555,80 - 5.702,30$$

$$VE_{\text{pecuária}} = R\$ 2.853,50 \text{ (12 meses)}$$

$$VE_{\text{pecuária}} = R\$ 237,79$$

$$VE_{\text{total da propriedade}} = (1.988,36_{\text{milho}} + 237,79_{\text{pecuária}}) = R\$ 2.226,15$$

### C3 - Autonomia financeira

$$\text{Financiamento Bancário (FB) + juros + adicional} = R\$ 28.779,07$$

$$\text{Renda Bruta (RB)} = R\$ 49.280,00$$

$$\text{Dependência Financeira} = FB/RB$$

$$\text{Dependência Financeira} = 28.779,07 / 49.280,00$$

$$\text{Dependência Financeira} = 0,58$$

### C6 - Eficiência do Processo Produtivo

$$EPP_{\text{(milho)}} = (\text{Renda do Produto} - \text{Custo do produto}) / \text{Produto}$$

$$EPP_{\text{(milho)}} = (49.280,00 - 25.419,71) / 49.280,00$$

$$EPP_{\text{(milho)}} = 0,48$$

$$EPP_{\text{total}} = (\text{Renda do Produto} - \text{Custo do produto}) / \text{Produto}$$

$$EPP_{\text{total}} = [(49.280,00_{\text{milho}} + 8.555,80_{\text{pecuária}}) - (25.419,71_{\text{milho}} + 5.702,30_{\text{pecuária}})] / (49.280,00_{\text{milho}} + 8.555,80_{\text{pecuária}})$$

$$EPP_{\text{total}} = 0,46$$

## APÊNDICE G - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DESENVOLVIMENTO E  
MEIO AMBIENTE**



### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

Esta pesquisa é sobre “SUSTENTABILIDADE NA PRODUÇÃO DO MILHO NA MESORREGIÃO DE AGRESTE DE SERGIPE e está sendo desenvolvida pela Geógrafa Ana Paula Silva de Santana do curso de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe/UFS, sob a orientação do Prof. Dr. Alceu Pedrotti DEA/UFS. Os objetivos do estudo são a avaliação da sustentabilidade em assentamentos rurais com produção de milho em Simão Dias, Sergipe. Solicitamos a sua colaboração respondendo a um questionário semiestruturado que tem com tempo médio de duração, 10 minutos, autorização para coleta de amostras de solo e água no lote, bem como sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos e publicar em revista científica nacional e/ou internacional. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo absoluto. Informamos que essa pesquisa tem o cansaço e a insegurança ao responder as perguntas do questionário como possíveis riscos e desconfortos para o participante da pesquisa. Para prevenir tais riscos, será dado ao participante tempo necessário para responder as questões. Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador(a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano. A pesquisadora estará a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

---

Assinatura do pesquisador responsável

---

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu \_\_\_\_\_ declaro ter conhecimento dos objetivos da pesquisa intitulada “SUSTENTABILIDADE NA PRODUÇÃO DO MILHO NA MESORREGIÃO DE AGRESTE DE SERGIPE” realizada pela Geógrafa Ana Paula Silva de Santana do curso de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe/UFS, orientada pelo Prof. Dr. Alceu Pedrotti DEA/UFS. Concordo em participar da coleta de dados e com a divulgação dos resultados dessa pesquisa em reuniões científicas, sendo garantido sigilo quanto minha participação e ou identificação das respostas. Estou ciente de que posso abandonar minha participação na coleta de dados no momento em que assim desejar.

\_\_\_\_\_  
Responsável pelas informações

Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Contato com o Pesquisador Responsável:

Ana Paula Silva de Santana, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe – Endereço: Cidade Univ. Prof. José Aloísio de Campos, Avenida Marechal Rondon, s/n, Bairro Jardim Rosa Elze, São Cristóvão/SE, CEP 49100-000, Telefone: (079) 3194- 6793.

## ANEXO A: PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UFS - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE SERGIPE

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** SUSTENTABILIDADE NA PRODUÇÃO DE MILHO NA MESORREGIÃO DE AGRESTE DE SERGIPE

**Pesquisador:** ANA PAULA SILVA DE SANTANA

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 97503418.9.0000.5546

**Instituição Proponente:** FUNDACAO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 2.947.164

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Endereço:** Rua Cláudio Batista s/nº

**Bairro:** Sanatório

**CEP:** 49.060-110

**UF:** SE

**Município:** ARACAJU

**Telefone:** (79)3194-7208

**E-mail:** cephu@ufs.br